Handbuch der Systematischen Botanik

von

Prof. Dr. Richard Wettstein

Dritte Auflage

Leipzig und Wien
FRANZ DEUTICKE

UNIVERSITY
OF
TORONTO
LIBRARY

OT.
N.

Handbuch

der

Systematischen Botanik

Von

Dr. Richard Wettstein
Professor an der Universität Wien

Dritte, umgearbeitete Auflage

Mit 2016 Figuren in 650 Abbildungen und 4 schematischen Darstellungen

197743
11/9/25

Leipzig und Wien
Franz Deuticke
1924

UNIVERSITY OF TORONTO LIBRARY

Verlags-Nr. 2896

Manz'sche Buchdruckerei, Wien. 2015

Germany

Vorwort zur ersten Auflage.

Wenn der Verfasser sich zur Herausgabe dieses Handbuches entschloß, so geschah es, weil er zur Überzeugung kam, daß eine möglichst kurze, dabei aber dem Formenreichtum des Pflanzenreiches gerecht werdende Zusammenfassung der systematischen Botanik gegenwärtig einem Bedürfnisse entspricht. Er beabsichtigt dabei nicht eine Konkurrenz mit einigen ganz vorzüglichen Lehrbüchern, welche entweder infolge des geringen, dem systematischen Teile gewidmeten Raumes jener Anforderung nicht entsprechen konnten, oder infolge des Zeitpunktes ihres Erscheinens den momentanen Stand unseres Wissens nicht mehr wiedergeben.

Das vorliegende Handbuch soll einen Überblick über die Formen des Pflanzenreiches mit besonderer Berücksichtigung unserer Kenntnisse betreffend die phylogenetische Entwicklung desselben bieten. Dem ersterwähnten Zwecke soll eine tunlichst vollständige Besprechung der größeren Formenkreise, eine Hervorhebung der irgendwie wichtigen Einzelformen, sowie eine reichliche Beigabe von Illustrationen dienen; der zweiterwähnte Zweck soll durch eine entsprechende Anordnung des Stoffes, besondere Hervorhebung entwicklungsgeschichtlich wichtiger Typen und eine zusammenfassende Behandlung der phylogenetischen Fragen angestrebt werden.

Infolge dieses Inhaltes ist das Buch in erster Linie für jene bestimmt, welche eine eingehendere Orientierung auf dem Gebiete der systematischen Botanik wünschen; ich hoffe, daß es auch dem Fachbotaniker manche Anregung bieten wird. Dem Bedürfnisse jener, welche das Buch mit Rücksicht auf praktische Fragen zu Rate ziehen wollen, wurde durch besondere Berücksichtigung aller jener Pflanzen, welche im Haushalte der Natur und des Menschen eine größere Rolle spielen, Rechnung getragen.

Es ist wohl selbstverständlich, daß ich mich in bezug auf die systematische Anordnung, soweit sich dies mit meinen wissenschaftlichen Anschauungen vereinigen ließ, an die wichtigsten systematischen Sammelwerke, vor allem an Englers „Natürliche Pflanzenfamilien“ anlehnte; trotz-

dem wird jeder Orientierte alsbald bemerken, daß es sich in dem vorliegenden Buche keineswegs um eine Kompilation handelt.

Dem Herrn Verleger bin ich für das vielfach bewiesene Entgegenkommen und die reiche illustrative Ausstattung des Buches, dem Herrn A. Kasper in Wien für die sorgfältige Ausführung der zahlreichen Abbildungen zu bestem Danke verpflichtet.

Wien, im März 1901.

R. WETTSTEIN.

Vorwort zur zweiten Auflage.

Der Umstand, daß kurze Zeit nach dem vollständigen Erscheinen der ersten Auflage dieses Buches eine zweite Auflage notwendig wurde, ist mir ein erfreulicher Beweis dafür, daß es eine freundliche Aufnahme fand und daß seine Herausgabe einem tatsächlichen Bedürfnisse entsprach.

Ich hatte keinen Anlaß, bei der Neuauflage eine prinzipielle Änderung des Inhaltes vorzunehmen, wohl aber bot sich mir Gelegenheit, an vielen Orten Ergebnisse neuerer, fremder und eigener Untersuchungen zu verwerten. Dies wird insbesondere in den ersten Teilen des Buches stärker hervortreten, da das Erscheinen der betreffenden Partien der ersten Auflage weiter zurückliegt. Das Bestreben, das Mitgeteilte so weit als möglich an der Hand eigener Untersuchungen zu prüfen, hat das Erscheinen der ersten Auflage stark verzögert und die Herausgabe derselben in vier getrennt erschienenen Teilen notwendig gemacht. Eine gewisse Ungleichheit der einzelnen Teile war die kaum vermeidbare Konsequenz davon. Die Herausgabe der zweiten Auflage in einem Bande bot auch die erwünschte Gelegenheit, diese Ungleichheiten zu beheben. Gegenüber der ersten Auflage hat der Umfang des Buches eine Vergrößerung erfahren (von 778 auf 914 Seiten); die Zahl der Abbildungen erscheint um 103, die der Einzelfiguren um 571 vermehrt.

Wenn in der vorliegenden zweiten Auflage Erörterungen phylogenetischer Fragen vielfach stärker hervortreten, als in der ersten Auflage, so entspricht dies nicht bloß dem Plane, der dem ganzen Buche zugrunde liegt, sondern auch dem Umstande, daß gerade die letzten Jahre in dieser Hinsicht recht fruchtbringend waren.

Zu manchen Mißverständnissen hat die Auswahl der zitierten Literatur Anlaß gegeben. Ich möchte daher hier nachdrücklichst hervorheben, daß mich bei der Auswahl der Literaturzitate — dem Zwecke eines Handbuches Rechnung tragend — ausschließlich die Absicht leitete, dem Leser die Möglichkeit zu bieten, die wichtigste Literatur überhaupt zu finden. Ich habe daher weder Vollständigkeit der Literaturangaben angestrebt, noch mit der

Zitierung einer Abhandlung in allen Fällen ihren besonderen Wert andeuten wollen; ich habe vor allem solche Arbeiten erwähnt, welche den betreffenden Gegenstand zusammenfassend behandeln oder durch reiche Literaturangaben geeignet sind, die Auffindung weiterer Literatur zu erleichtern. Ich war bestrebt, bei den Literatur-Zusammenstellungen möglichst noch die Arbeiten der jüngsten Zeit zu berücksichtigen; die Verteilung der Drucklegung auf den Zeitraum eines Jahres hat naturgemäß bewirkt, daß deren Berücksichtigung in den einzelnen Bogen verschieden weit reicht.

Die dieser Auflage neu beigegebenen Abbildungen hat, soweit es sich nicht um Reproduktionen von Photographien handelt, ebenfalls Herr Adolf Kasper nach meinen Entwürfen ausgeführt. Einer Reihe befreundeter Persönlichkeiten bin ich zu aufrichtigstem Danke für ihre Unterstützung bei Ausarbeitung der zweiten Auflage, besonders für Überlassung von Abbildungen und für Besorgung der Korrekturen verpflichtet. Insbesondere möchte ich hier der Mithilfe des Herrn Privatdozenten Dr. E. Janchen gedenken, der mir bei Beschaffung der Literaturnachweise, bei Feststellung der Nomenklatur, bei dem Lesen der Korrekturbogen und durch Abfassung des Registers behilflich war.

Wien, im März 1911.

R. WETTSTEIN.

Vorwort zur dritten Auflage.

Die zweite Auflage dieses Handbuches ist seit längerer Zeit im Buchhandel vergriffen. Wenn ich trotzdem nicht früher an die Abfassung einer neuen Auflage schreiten konnte, so waren die ganz außergewöhnlichen Verhältnisse der letzten Jahre daran Schuld. Der Krieg hat die internationalen Beziehungen zwischen den wissenschaftlichen Kreisen ganz unterbrochen und nur langsam vollzieht sich seit dem Friedensschlusse die Wiederherstellung dieser Beziehungen. Dieser Umstand machte sich insbesondere bei den Versuchen der Beschaffung der wissenschaftlichen Literatur schwer fühlbar. Ich habe alles aufgeboten, um die Literatur der letzten zehn Jahre entsprechend berücksichtigen und verwerten zu können; wer die großen, dabei zu überwindenden Schwierigkeiten sachlicher und persönlicher Art kennt, wird es entschuldigen, wenn mir trotzdem hie und da ein Versehen unterlief.

Ich hatte auch bei Ausarbeitung dieser Auflage keinen Anlaß, an dem Grundplane des Buches Wesentliches zu ändern; wohl sind aber im Einzelnen, entsprechend den Ergebnissen neuerer Untersuchungen und Entdeckungen, die Änderungen mehrfach recht bedeutend. Dies tritt auch äußerlich in einer Vergrößerung des Umfanges und in einer Vermehrung der Abbildungen hervor; ich bin dem Herrn Verleger für die Ermöglichung dieser

Erweiterung, sowie für sein sonstiges weitgehendes Entgegenkommen aufrichtigst verbunden.

Das Manuskript für die Bogen 1 bis inklusive 29 wurde im Winter 1921/22, jenes für die Bogen 30 bis Schluß im Winter 1923/24 abgeschlossen; ich erwähne dies, um die Nichtberücksichtigung später erschienener Arbeiten zu erklären. Die Seiten 1—467 bildeten den Inhalt eines provisorischen „I. Bandes“, der 1923 in den Buchhandel kam; nach Fertigstellung des ganzen Buches wurde der Gesamtinhalt zu einem Bande vereint.

In noch höherem Maße als bei Abfassung der früheren Auflagen war eine Beschränkung in der Aufnahme von Literaturzitaten nötig. Ich betone daher, um Mißverständnisse zu vermeiden, auch diesmal, daß es sich mir — dem Zwecke des Buches Rechnung tragend — nicht um Vollständigkeit der Literaturangaben handeln konnte. Ich war bemüht, dem Leser Angaben über die wichtigsten Arbeiten und über jene Veröffentlichungen zu bieten, welche durch Literaturzusammenstellungen ihn in den Stand versetzen, die weitere Literatur zu finden.

Auch diesmal bin ich mehreren befreundeten Persönlichkeiten aufrichtigst für ihre Mithilfe bei Fertigstellung des Buches verbunden; Herr Prof. Dr. E. Janchen hat mich auch diesmal beim Lesen der Korrekturen und durch Fertigstellung des Registers unterstützt; Herr Lektor A. Kasper hat, gleichwie bei den früheren Auflagen, die neuen Abbildungen nach meinen Entwürfen ausgeführt.

Wien, im Mai 1924.

R. WETTSTEIN.

Inhaltsübersicht[1]).

A. Allgemeiner Teil.

Seite

Aufgabe der systematischen Botanik 1
Geschichtliche Entwicklung der systematischen Botanik 1
Die Abstammungslehre (Deszendenztheorie, Evolutionstheorie) als Grundlage der systematischen Botanik 10
Prinzipien der phylogenetischen Systematik 11
Systematische Einheiten 13
Monophyletische und polyphyletische Entwicklung 17
Methoden der phylogenetischen Systematik 19
Die Bedeutung des Generationswechsels für die phylogenetische Entwicklung des Pflanzenreiches 34
Die Entstehung neuer Formen im Pflanzenreiche als Voraussetzung der phylogenetischen Entwicklung 39

B. Spezieller Teil.

Allgemeine Übersicht der Pflanzenstämme 60
Flagellatae 65
I. Stamm. *Myxophyta* 69
II. Stamm. *Schizophyta* 75
1. Klasse. *Schizophyceae* 75
2. Klasse. *Schizomycetes* 81
III. Stamm. *Zygophyta* 96
1. Klasse. *Peridinieae* 97
2. Klasse. *Bacillarieae* 101
1. Unterklasse. *Centricae* 107
2. Unterklasse. *Pennatae* 109
3. Klasse. *Conjugatae* 110
IV. Stamm. *Phaeophyta* 115
V. Stamm. *Rhodophyta* 131
1. Klasse. *Bangieae* 139
2. Klasse. *Florideae* 140
VI. Stamm. *Euthallophyta* 145
1. Klasse. *Chlorophyceae* 145
2. Klasse. *Fungi* 173
A. Parasitisch und saprophytisch lebende Pilze (*Eumycetes*) 176
1. Unterklasse. *Phycomycetes* 176
2. Unterklasse. *Ascomycetes* 191
3. Unterklasse. *Basidiomycetes* 216
Anhang. *Fungi imperfecti* 242
B. An Symbiose mit Algen angepaßte Pilze (*Lichenes*) 244
1. Gruppe. *Ascolichenes* 249
2. Gruppe. *Basidiolichenes* 256

[1]) Ein ausführliches Namen- und Sachregister findet sich am Schlusse des Buches.

Seite
VII. Stamm. *Cormophyta* 259
Der entwicklungsgeschichtliche Zusammenhang der Cormophyten 260
Die Homologien zwischen den Gruppen der Cormophyten 261
Die Ursachen der Veränderung der homologen Organe der Cormophyten . . 275
Einteilung der Cormophyten 279
I. Abteilung. *Archegoniatae* 280
1. Unterabteilung. *Bryophyta* 280
1. Klasse. *Musci* 284
2. Klasse. *Hepaticae* 306
2. Unterabteilung. *Pteridophyta* 316
Einteilung der *Pteridophyta* 324
1. Klasse. *Psilophytinae* 326
2. Klasse. *Lycopodiinae* 328
3. Klasse. *Psilotinae* 342
4. Klasse. *Equisetinae* 345
5. Klasse. *Isoëtinae* 352
6. Klasse. *Filicinae* 355
7. Klasse. *Cycadofilicinae* 389
II. Abteilung. *Anthophyta* 393
1. Unterabteilung. *Gymnospermae* 402
1. Klasse. *Cycadinae* 415
2. Klasse. *Bennettitinae* 424
3. Klasse. *Cordaitinae* 429
4. Klasse. *Ginkgoinae* 431
5. Klasse. *Coniferae* 434
6. Klasse. *Gnetinae* 455
2. Unterabteilung. *Angiospermae* 467
Phylogenie der Angiospermen 515
Die Ableitung des Befruchtungsvorganges der Angiospermen von dem der Gymnospermen 525
Die Entwicklung der Blüte der Angiospermen aus derjenigen der Gymnospermen 528
Leitende Gesichtspunkte bei der systematischen Anordnung der Angiospermen 537
1. Klasse. *Dicotyledones* 539
1. Unterklasse. *Choripetalae* 540
A. Monochlamydeae 540
B. Dialypetaleae 602
2. Unterklasse. *Sympetalae* 754
2. Klasse. *Monocotyledones* 848
Übersicht der Reihen der Angiospermen und ihrer mutmaßlichen entwicklungsgeschichtlichen Beziehungen 939
Namen- und Sachregister 943

A. ALLGEMEINER TEIL.

Aufgabe der systematischen Botanik. Aufgabe der systematischen Botanik ist die Feststellung der Pflanzen, welche jetzt existieren, sowie derjenigen, welche in früheren Epochen der Erdentwicklung lebten, und der Versuch, sie zu einem System zu gruppieren; dieses System soll einerseits der wissenschaftlichen Forderung gerecht werden, eine Darstellung der entwicklungsgeschichtlichen Beziehungen der Pflanzen zueinander zu geben, anderseits dem praktischen Bedürfnisse nach Übersicht entsprechen.

Die systematische Botanik kann diese Aufgabe nur erfüllen, wenn sie all das verwertet, was die übrigen Richtungen der wissenschaftlichen Botanik ihr bieten; sie stützt sich daher insbesondere auf die Ergebnisse der Phytopaläontologie, Pflanzenphysiologie, Anatomie, Organographie, Pflanzengeographie und experimentellen Vererbungslehre.

Geschichtliche Entwicklung der systematischen Botanik[1]. Begreiflicherweise waren nicht zu allen Zeiten die Aufgaben der systematischen Botanik die gleichen. Auf eine erste, ausschließlich deskriptive und in erster Linie praktischen Bedürfnissen Rechnung tragende Periode folgte eine zweite Periode, in welcher daneben das Bedürfnis nach einer naturgemäß erscheinenden übersichtlichen Ordnung des Beobachtungsmateriales nach rein morphologischen Gesichtspunkten zur Geltung kam, während der Versuch, in der Systematik entwicklungsgeschichtliche Erkenntnisse zu verwerten, die dritte Periode charakterisiert.

Es ist durch die Individualität der Personen bedingt, daß in jeder der späteren Perioden einzelne Botaniker willkürlich oder unwillkürlich den Anschauungen vergangener Zeiten huldigten, was oft eine bedeutende Unklarheit in den Zielen der Gesamtdisziplin zur Folge hatte.

Der ersten der erwähnten Perioden gehören die meisten botanischen Arbeiten des Altertums (Theophrast, Dioscorides, Plinius), der Botaniker des Mittelalters, sowie der diesem zunächst folgenden Zeiten bis zum 16. und 17. Jahrhunderte an [O. Brunfels (1488—1534), Leonh. Fuchs (1501—1565),

---

[1]) Vgl. Winckler E., Geschichte der Botanik, 1854. — Meyer E. H. F., Geschichte der Botanik. 4 Bände. 1854—1857. — Sachs J., Geschichte der Botanik, 1875.

Hieron. Bock (1498—1554), Remb. Dodonaeus (1517—1586), Car. Clusius (1526—1609), Math. Lobelius (1538—1616), Casp. Bauhin (1550—1624)], wenn auch in manchen der letzteren schon Sinn für natürliche Verwandtschaft der Pflanzen unverkennbar zum Ausdrucke kommt.

Die zweite Periode beginnt mit Andr. Caesalpin (1519—1602). Für sie charakteristisch ist das Bestreben, durch Auffindung der „richtigen Einteilungsprinzipien" eine naturgemäße Anordnung und Einteilung des Pflanzenreiches zu treffen. Jedes der zahlreichen Werke im Beginne dieser Periode [wichtigste Vertreter außer dem Genannten: Joach. Jungius (1587 bis 1657), Rob. Morison (1620—1683), John Ray (1628—1705), Aug. Quir. Rivinus (Bachmann, 1652—1725), Jos. Pitton de Tournefort (1656—1708), Joh. Henr. Burckhart (1676—1738)] bedeutete schon einen Fortschritt auf diesem Wege. Man pflegt diese Zeit auch die Periode der „künstlichen Systeme" zu nennen und damit anzudeuten, daß es der systematischen Botanik damals nur um die Schaffung einer „künstlichen" Übersicht zu tun war, im Gegensatze zu den Bestrebungen der folgenden Zeit, welche die „natürliche Verwandtschaft" in den „natürlichen Systemen" ausdrücken wollte. Jene Bezeichnung ist nicht vollständig berechtigt, was am deutlichsten aus den Werken des bedeutendsten Vertreters dieser Periode, C. v. Linné (1707—1778) hervorgeht. Er bezeichnete ausdrücklich das „natürliche System" als oberste Aufgabe der Botaniker[2]) und machte selbst den Versuch, ein solches zu schaffen, indem er[3]) 65 natürliche Ordnungen unterschied, welche vielfach mit heute angenommenen natürlichen Gruppen sich vollständig decken und einen bemerkenswerten Beweis für die Fähigkeit Linnés abgeben, natürliche Zusammenhänge zu erfassen. Neben diesen Grundzügen eines natürlichen Systems veröffentlichte Linné mit Rücksicht auf den von ihm klar erkannten Umstand, daß zur Zeit ein fertiges natürliches System noch nicht möglich war, zur leichteren Orientierung sein „Sexualsystem", das sich also nach Linnés eigener Anschauung zum wissenschaftlichen System etwa verhält, wie eine Bestimmungstabelle zu einem solchen.

Linnés wissenschaftlich wertvolleres Werk, sein natürliches System, ist unbeachtet geblieben; sein 24 Klassen umfassendes „Sexualsystem" fand bekanntlich ungeheuren Anklang und wird heute noch ab und zu verwendet, wo es sich um praktische Bedürfnisse handelt.

Linnés Bedeutung liegt nicht bloß in der Schöpfung seiner Systeme, sondern auch in der Schaffung einer präzisen botanischen Nomenklatur[4]),

---

[2]) „Primum et ultimum in parte systematica Botanices quaesitum est methodus naturalis" (Classes plantarum seu Systemata plantarum, 1738, p. 484). — Wiederholt in Philosophia botanica, 1751, p. 27, dort mit dem berühmt gewordenen Zusatze: „Natura non facit saltus".

[3]) Vgl. das ersterwähnte Werk Linnés, S. 484 ff. „Fragmenta methodi naturalis".

[4]) Seine wichtigsten systematischen und nomenklatorischen Werke sind: „Genera plantarum eorumque characteres etc.", 1737 und „Species plantarum", 1753. — Eine vollständige Aufzählung der Schriften Linnés enthält: Junck W., Bibliographia Lin-

in seiner außerordentlichen klassifikatorischen Begabung, welche sich auch bei der Behandlung organographischer Fragen äußerte.

Wenn Linné auch in dem Aufbaue eines natürlichen Systemes die oberste Aufgabe der Botanik erblickte, so war doch das von ihm hierbei gemeinte „natürliche" System keineswegs ein phylogenetisches; Linné war ein Anhänger des Dogmas von der Konstanz der Art, wenn er auch im Laufe seines Lebens seine diesbezüglichen ursprünglich extremen Ansichten[5]) insoferne modifizierte, als er später die Neubildung von Arten zugab[6]).

Die beiden Kategorien von Systemen, die Linné aufstellte, führten zunächst zu zwei Richtungen der Systematik. Die eine Richtung arbeitete an der weiteren Ausbildung des Linnéschen Sexualsystemes, des künstlichen Systemes. Es war eine in wissenschaftlicher Hinsicht fruchtlose Arbeit, die aber insoferne großen Nutzen brachte, als das Streben nach Ausbau dieses Systemes zu einer außerordentlichen Vergrößerung des Überblickes über das Pflanzenreich führte; als Vertreter dieser Richtung seien C. L. Willdenow (1765—1812), J. A. Murray (1740—1791), Chr. Persoon (1755—1837), J. Roemer (1763—1819) und J. A. Schultes (1773—1831) genannt.

Viel fruchtbarer gestalteten sich die Arbeiten der zweiten Richtung, der Ausbau des „natürlichen Systemes". Die fortschreitenden Kenntnisse, betreffend den anatomischen Bau, die Vertiefung der vergleichenden Morphologie ermöglichte im Laufe der Zeit einen so tiefgehenden Einblick in die verwandtschaftlichen Beziehungen der Pflanzen zueinander, daß die Arbeiten der später zu besprechenden dritten Periode der Systematik, der phylogenetischen Systematik, ohne weiteres an die Arbeiten ihrer Vorgänger anschließen konnten. Phylogenetische Systeme waren trotzdem alle diese Systeme nicht, da sie durchwegs noch von Botanikern ausgingen, welche an der Konstanz der Spezies festhielten; der Begriff des natürlichen Systemes im Sinne eines entwicklungsgeschichtlichen Systemes setzt aber die Veränderlichkeit der Art voraus. Es dürfte daher angezeigt sein, die natürlichen Systeme der zweiten Periode, die Systeme von Caesalpin bis zum Schlusse dieser Periode, als morphologische Systeme im Gegensatze zu den phylogenetischen Systemen der dritten Periode zu bezeichnen.

---

naeana. Berlin 1902 und Junck W., C. v. Linné und seine Bedeutung für die Bibliographie. Berlin 1907. — Eine reiche Literatur über Linné erschien 1907 anläßlich der Zweihundertjahrfeier seines Geburtstages. In diesem Jahre begann auch die Veröffentlichung seines Briefwechsels durch die Universität Upsala, der reiche Aufklärungen über die Arbeitsmethode und die Anschauungen Linnés gibt (Bref och Skrifvelser af och till Carl von Linné. Stockholm, Aktiebolaget Ljus.).

[5]) „Species tot sunt, quot diversas formas ab initio produxit Infinitum Ens" (Class. plant. 1738).

[6]) „Species tot numeramus, quot diversae formae in principio sunt creatae" (Philos. bot. 1751). — „Genericas has plantas miscuit natura, unde tot species congeneres, quot hodie existunt" (Gen. plant., ed 6., 1764). — „Quisque cordatus Botanicus admonetur, ut ad ortum specierum posthac sollicite attendat et experimenta instituat, utrum casu et arte produci queant" (Amoen. acad., VI., 1763). — Vgl. Wettstein R. v., C. v. Linné. Festrede. Verh. d. zool. bot. Ges. Wien, 1907.

Die Fortentwicklung der morphologischen Systeme nach Linné mag hier durch auszugsweise Mitteilung der wichtigsten derselben angedeutet werden.

Einen wesentlichen Fortschritt bedeutet das System Ant. Laur. de Jussieus (1748—1836), der dasselbe nach analogen, aber weniger erfolgreichen Versuchen M. Adansons (1727—1806) und G. C. Oeders (1728 bis 1791) im Jahre 1789 veröffentlichte[7]).

System A. L. de Jussieus:

I. Acotyledones.

1. Klasse mit 6 Familien *(Fungi, Algae, Hepaticae, Musci, Filices, Najades).*

II. Monocotyledones.

2.—4. Klasse mit Familie 7—22.

III. Dicotyledones.

A. Monoclinae.

a) Apetalae.

5.—7. Klasse mit Familie 23—33.

b) Monopetalae.

8.—11. Klasse mit Familie 34—58.

c) Polypetalae.

12.—14. Klasse mit Familie 59—95.

B. Diclinae.

15. Klasse mit Familie 96—100.

In der Unterscheidung der Monocotyledonen und Dicotyledonen, in der Schaffung systematischer Abstufungen durch Verteilung der Familien in Klassen, in der geschickten Umgrenzung vieler Familien und in deren Charakterisierung liegt die Stärke dieses Systems.

1819[8]) veröffentlichte Aug. Pyr. de Candolle (1778—1841) sein vielfach angenommenes System, das die Jussieusche Basis beibehält, in dem wir aber von Vorzügen die Unterscheidung der Gefäß- und Zellpflanzen, die Ausscheidung der Thallophyten, die glückliche Anordnung und Umgrenzung vieler Familien, von Nachteilen vor allem die Unterordnung der Pteridophyten unter die Monocotyledonen[9]) und die absteigende Gesamtanordnung bemerken:

---

[7]) Genera plantarum secund. ordines nat. 1789.

[8]) Théorie élémentaire. 2. Ed. — Vgl. auch Prodrom. syst. fortges. v. Alph. de Candolle.

[9]) Von De Candolle später (1833) selbst korrigiert.

System A. P. de Candolles:

I. Klasse **Dicotyledoneae** *(Exogenae).*

1. Unterklasse *Thalamiflorae.*

4 Cohorten mit 51 Ordnungen.

2. Unterklasse *Calyciflorae.*

64 Ordnungen.

3. Unterklasse *Corolliflorae.*

23 Ordnungen.

4. Unterklasse *Monochlamydeae.*

20 Ordnungen.

II. Klasse **Monocotyledoneae** *(Endogenae).*

1. Unterklasse *Phanerogamae.*

21 Ordnungen.

2. Unterklasse *Cryptogamae.*

5 Ordnungen.

III. Klasse **Acotyledoneae** *(Cellulares).*

1. Unterklasse *Foliaceae.*

Musci et *Hepaticae.*

2. Unterklasse *Aphyllae.*

Lichenes, Hypoxyla, Fungi, Algae.

Zeitweise viel Beachtung fand ein von H. G. L. Reichenbach (1793 bis 1879) aufgestelltes[10]), mehr auf naturphilosophischen Spekulationen als auf Beobachtungen beruhendes System. Viel größer jedoch war die Bedeutung eines unter Mitwirkung F. Ungers von St. Endlicher (1804—1849) durchgeführten Systems[11]).

System St. Endlichers:

Regio I. **Thallophyta.**

Sectio 1. *Protophyta (Algae* und *Lichenes).*

Sectio 2. *Hysterophyta (Fungi).*

Regio II. **Cormophyta.**

Sectio 3. *Acrobrya.*

Cohors 1. *Acrobrya anophyta (Hepaticae* und *Musci).*

---

[10]) Übersicht des Gewächsreiches. 1828.

[11]) Genera plantarum secund. ord. nat. 1836—1843.

Cohors 2. *Acrobrya protophyta (Calamariae, Filices, Hydropterides, Selagines, Zamiae).*

Cohors 3. *Acrobrya hysterophyta (Rhizantheae.)*

Sectio 4. *Amphibrya (Monocotyledoneae.)*

Sectio 5. *Acramphibrya.*

Cohors 1. *Gymnospermae.*

Cohors 2. *Apetalae.*

Cohors 3. *Gamopetalae.*

Cohors 4. *Dialypetalae.*

A. Brongniart (1801—1847) stellte ungefähr gleichzeitig[12]) mit Endlicher folgendes System auf:

I. Cryptogames.

1. *Amphigènes* (Algen, Pilze, Flechten).
2. *Acrogènes* (Moose, Gefäßkryptogamen und Characeen).

II. Phanérogames.

3. *Monocotylédones.*
   a) Périspermées.
   b) Apérispermées.

4. *Dicotylédones.*
   A. *Angiospermes.*
      a) Gamopétales.
      b) Dialypétales.
   B. *Gymnospermes.*

Der schwächste Punkt dieses Systemes war die Stellung der Gymnospermen, die Brongniart selbst früher zwischen die Monocotyledonen und Dicotyledonen gestellt hatte.

Weniger erfolgreich war das System J. Lindleys (1799—1856)[13]), das jedoch in England viel Anerkennung fand.

Um die Mitte des 19. Jahrhunderts vollzog sich auf dem Gebiete der Botanik eine bedeutende Wandlung. Die schon in der ersten Hälfte des Jahrhunderts viel erörterte Frage der Bildung neuer Formen im Reiche der Organismen, welche um die Wende des Jahrhunderts Jean Bapt. de Lamarck (1744—1829) und Etienne Geoffroy Saint-Hilaire (1772 bis 1844) in Fluß brachten, gelangte insbesondere durch die Werke Charles

---

[12]) Enumération des genres des plantes cult. au Mus. d'hist. nat. de Paris, 1843.

[13]) An introduction to the nat. Syst. 1830. — Nixus plantarum. 1833. — The vegetable Kingdom. Third edit. 1853; ein vorzügliches Handbuch mit einer vollständigen Übersicht der bis dahin erschienenen „natürlichen" Systeme.

Darwins (1809—1882) zu einer scheinbar definitiven Beantwortung, welche den großen Erfolg hatte, daß das Dogma von der Konstanz der Arten fallen gelassen wurde und ganz allgemein die „natürliche Verwandtschaft" der Pflanzen als der Ausdruck phylogenetischer Entwicklung angesehen wurde. Von selbst ergab sich für die Systematik die Forderung, daß das natürliche System die Aufgabe hat, so weit als möglich den entwicklungsgeschichtlichen Zusammenhang der Formen erkennen zu lassen. Es begann die dritte Periode der Systematik, die der phylogenetischen Systematik.

Aber nicht bloß auf das siegreiche Durchdringen der Deszendenztheorie ist dieser Aufschwung zurückzuführen, sondern auch auf die bedeutsamen Fortschritte, welche Pflanzenanatomie und Pflanzenphysiologie, vor allem aber das Studium der individuellen Entwicklung und die Untersuchungen der „Kryptogamen" zutage förderten. Die diesbezüglichen Untersuchungen Schleidens, Naegelis, Payers, de Barys, Leszcyc-Suminskis, Pringsheims u. a., insbesondere aber Hofmeisters trugen so viel zur Aufklärung der Beziehungen der großen Gruppen des Pflanzenreiches bei, daß es nur einer Verarbeitung der Kenntnisse in deszendenztheorischem Sinne bedurfte, um zu den Anfängen eines phylogenetischen Systemes zu gelangen.

Die ersten Systeme dieser Periode unterschieden sich in der Form noch wenig von den zuletzt besprochenen, sie bauten direkt auf den Endlicherschen und Brongniartschen Systemen weiter; nur die Tendenz, welche ihre Aufstellung beeinflußte, war bereits eine andere, sie sollten phylogenetische Systeme sein.

1864 wurde das System veröffentlicht, welches der hervorragende Morphologe Alex. Braun[14]) der Anpflanzung der Stauden im Berliner botanischen Garten zugrunde gelegt hatte.

System Alex. Brauns:

I. Stufe **Bryophyta.**

1. Klasse *Thallodea (Algae, Lichenes, Fungi).*
2. Klasse *Thallophyllodea (Charinae, Muscinae).*

II. Stufe **Cormophyta** *(Filices).*

III. Stufe **Anthophyta.**

1. Hauptabteilung *Gymnospermae.*
2. Hauptabteilung *Angiospermae.*
   1. Klasse *Monocotyledones.*
   2. Klasse *Dicotyledones.*
      A. Apetalae.
      B. Sympetalae.
      C. Eleutheropetalae.

---

[14]) Ascherson P., Flora der Provinz Brandenburg. 1864.

Es kann dieses System nur in seinen Hauptabteilungen hier wiedergegeben werden; es zeigt insbesondere auch in der Anordnung und Umgrenzung der Familien das Bestreben, den genetischen Beziehungen Rechnung zu tragen.

Dasselbe gilt in noch höherem Maße von dem 1883 veröffentlichten System Ad. Eichlers[15]):

A. Cryptogamae.

I. Abteilung *Thallophyta.*

1. Klasse *Algae.*
2. Klasse *Fungi* (als Gruppe derselben die *Lichenes*).

II. Abteilung *Bryophyta.*

III. Abteilung *Pteridophyta.*

B. Phanerogamae.

I. Abteilung *Gymnospermae.*

II. Abteilung *Angiospermae.*

1. Klasse *Monocotyleae.*
2. Klasse *Dicotyleae.*

Das System ging in viele der neuesten Handbücher über. E. Warming[16]) akzeptierte es mit der prinzipiell wichtigen Weglassung der Einteilung in die beiden Hauptabteilungen der Cryptogamen und Phanerogamen.

Von den wesentlichsten Momenten in der nun folgenden Fortentwicklung des phylogenetischen Systemes sind hervorzuheben: Das System O. Drudes, ferner die Reformbestrebungen betreffend die Systematik der Thallophyten und insbesondere die Ausgestaltung des Gesamtsystemes durch fortgesetzte Verwertung neuer Entdeckungen aller botanischen Disziplinen.

Drude[17]) betonte insbesondere (wie schon früher E. Krause) die selbständige Stellung der Monocotyledonen den Dicotyledonen gegenüber und die wesentliche Verschiedenheit zwischen den beiden Gruppen der Gymnospermen, den Cycadeen und Coniferen, welche er als den Mono-, respektive Dicotyledonen gleichwertige Entwicklungsreiche auffaßte.

F. Cohn wies 1872 darauf hin, daß die bis dahin allgemein übliche Einteilung der Thallophyten in Algen und Pilze eine rein künstliche, auf ein biologisches Merkmal begründete sei, und schlug eine Neueinteilung der

---

[15]) Vgl. insbes.: Syllabus der Vorles. über spezielle und mediz.-pharmaz. Botanik. 3. Aufl. 1883; 4. Aufl. 1886.

[16]) Haandbog i den system. Botanik. 2. Aufl. — Deutsch von Knoblauch. 1898; in der von M. Möbius besorgten 2. Aufl. der deutschen Ausgabe findet sich wieder die Rückkehr zur Einteilung in Kryptogamae und Phanerogamae.

[17]) Die systematische und geogr. Anordnung der Phanerogamen. 1887.

Thallophyten auf Grund der graduell verschiedenen Ausbildungsweise der Sporen vor. Schon vorher war durch die Forschungen De Barys und S. Schwendeners die Aufklärung der Stellung der Flechten angebahnt worden.

Die Versuche Cohns wurden durch J. Sachs, Fischer und G. Winter fortgeführt; sie führten zwar zu keinem befriedigenden natürlichen System, hatten aber den Erfolg, daß infolge fortgesetzter Beschäftigung mit der Systematik der Thallophyten schließlich eine Anzahl von Organismengruppen als von den übrigen Thallophyten wesentlich verschieden erkannt und von ihnen systematisch getrennt wurde. J. Sachs[18]) betonte die Notwendigkeit, innerhalb des Pflanzenreiches mehrere selbständige Formenkreise, die er Architypen nannte, zu unterscheiden. A. Engler[19]) schied zunächst die *Myxomycetes* als *Myxothallophyta* von den übrigen Thallophyten ganz aus, er betrachtete innerhalb der letzteren die *Schizophyta*, *Dinoflagellatae*, *Bacillariales* als der Hauptmenge der Algen und Pilze gleichwertige Gruppen.

In der ersten Auflage dieses Handbuches (I. Band, 1901) wurden die Myxophyten, Schizophyten, Zygophyten, Phaeophyten und Rhodophyten als entwicklungsgeschichtlich selbständige Formenkreise von den übrigen Thallophyten, welche als Euthallophyten bezeichnet wurden, abgetrennt und wurde betont, daß die Cormophyten zu den fünf erstgenannten Formenkreisen keinerlei nachweisbare entwicklungsgeschichtliche Beziehungen haben.

Zu wesentlich denselben Anschauungen gelangte F. Rosen[20]). Bei fortgesetztem Ausbaue seines Systemes akzeptierte auch A. Engler prinzipiell diesen Standpunkt, indem er unter Auflassung der ganzen Abteilung der Thallophyten 11 Abteilungen an deren Stelle setzte. Auch J. P. Lotsy[21]) und F. Oltmanns[22]) nehmen in ihren zusammenfassenden Werken polyphyletische Entwicklung der thallophytischen Pflanzen an.

Eine auf umfassende Vorarbeiten[23]) begründete systematische Übersicht des gesamten Pflanzenreiches stellt das System von A. Engler dar, dessen Hauptgruppen nach der neuesten Darstellung desselben[24]) folgende sind:

I. Abteilung *Schizophyta*.
II. Abteilung *Phytosarcodina*.
III. Abteilung *Flagellatae*.
IV. Abteilung *Dinoflagellatae*.
V. Abteilung *Bacillariophyta*.

---

[18]) Physiolog. Notizen X. Flora, 82. Bd., 1896.

[19]) Syllabus der Vorlesungen über spezielle und mediz.-pharm. Bot. 1892.

[20]) Studien über das natürl. System d. Pfl. in Cohns Beitr. z. Biol. d. Pflanzen, VIII. Bd., 1902.

[21]) Vorträge über botan. Stammesgeschichte. I. Bd., 1907; II. Bd., 1909; III. Bd., 1911.

[22]) Morphologie u. Biologie d. Algen. I. Bd., 1904; II. Bd., 1905.

[23]) Engler A. und Prantl C., Die natürl. Pflanzenfamilien. 1887—1909 mit Nachträgen (das letzte Heft derselben erschien 1915).

[24]) Syllabus der Pflanzenfamilien. 7. Aufl., 1912; 8. Aufl., 1919.

VI. Abteilung *Conjugatae.*
VII. Abteilung *Chlorophyceae.*
VIII. Abteilung *Charophyta.*
IX. Abteilung *Phaeophyceae.*
X. Abteilung *Rhodophyceae.*
XI. Abteilung *Eumycetes.*
XII. Abteilung *Embryophyta asiphonogama.*
1. Unterabteilung *Bryophyta.*
2. Unterabteilung *Pteridophyta.*
XIII. Abteilung *Embryophyta siphonogama.*
1. Unterabteilung *Gymnospermae.*
2. Unterabteilung *Angiospermae.*
1. Klasse *Monocotyledoneae.*
2. Klasse *Dicotyledoneae.*

Bis vor etwa 40 Jahren beruhte die phylogenetische Systematik auf der angenommenen oder vorausgesetzten monophyletischen Entwicklung des ganzen Pflanzenreiches. Die im vorstehenden kurz dargelegten neueren Forschungen ergaben für die sogenannten Thallophyten polyphyletische Entwicklung.

Ein von A. Kerner[25]) aufgestelltes polyphyletisches System des ganzen Pflanzenreiches kann nicht als gelungen bezeichnet werden.

Die vorstehende Skizze der historischen Entwicklung der botanischen Systematik bot Gelegenheit, eine Reihe der wichtigsten systematischen Handbücher zu nennen. Als Ergänzung hierzu mögen hier drei Sammelwerke genannt werden, welche, ohne auf die Systematik im allgemeinen einen wesentlich umgestaltenden Einfluß zu nehmen, zu den wichtigsten literarischen Erscheinungen auf dem Gebiete der systematischen Botanik gehören; es sind dies: Bentham G. et Hooker J. D., Genera plantarum, 3 Vol. 1862 bis 1883; Baillon H., Histoire des plantes, 13 Vol. 1867—1894 und Engler A., Das Pflanzenreich, seit 1900 erscheinend.

Die Abstammungslehre[26]) (Deszendenztheorie, Evolutionstheorie)

---

[25]) Pflanzenleben. II. Bd. 1891. — Einen originellen, wenn auch nicht glücklichen Versuch einer Einteilung der „Phanerogamen" nach neuen Gesichtspunkten hat Van Tieghem (Bull. d. l. soc. bot. de France, 1897) gemacht. — Eine Reform des Systemes der Blütenpflanzen nach phylogenetischen Gesichtspunkten strebt in den letzten Jahren H. Hallier an; vgl. Entwurf d. nat. Syst. d. Blütenpflanzen. Bull. d. l'herb. Boissier, 2., III. Vol., 1903; ein zweiter Entwurf d. nat. Syst. d. Blütenpfl. Ber. d. deutsch. bot. Ges., XXIII., 1905; Über *Juliania*, eine Terebinth.-Gattg. etc. Dresden 1908; L'origine et le syst. phylet. d. Angiosperm. Arch. Néerland. 1912. — Von neueren, den phylogenetischen Standpunkt stärker betonenden Hand- und Lehrbüchern seien genannt: Bonnier G. et Leclerc du Sablon, Cours de Botanique. 1905 u. f. — Gobi C., Essai d'un système phylogenet. du règne végét. 1916. — Chodat R., Principes de Botanique. 2 ed., 1911.

[26]) Wichtigste Literatur: Lamarck J. B. de, Philosophie zoologique. Paris 1809; deutsche Übersetzung von A. Lang, 1876. — Darwin Ch., On the origin of the species

als Grundlage der phylogenetischen Systematik. Die entwicklungsgeschichtliche Auffassung beherrscht heute die ganze Biologie. Wir haben uns daran gewöhnt, die uns umgebende Welt der Organismen nicht schlechtweg als etwas Gegebenes, sondern als das Ergebnis eines weit zurückreichenden, unendlich komplizierten Entwicklungsprozesses zu betrachten. Seit nahezu einem Jahrhundert arbeitet die Biologie auf der Grundlage der Abstammungslehre und die Erfolge, welche dabei erzielt wurden, haben bewirkt, daß wir in ihr nicht bloß den Ausdruck einer wertvollen Arbeitshypothese erblicken, sondern den Wunsch, ein bedeutungsvolles naturwissenschaftliches Ereignis zu erfassen und klarzustellen.

Die Erkenntnis, daß die in der Natur zu beobachtenden Tiere und Pflanzen nicht von starrer, gleichbleibender Organisation, sondern veränderlich sind, hat zuerst den Gedanken an die Möglichkeit einer Entwicklung, einer Evolution, nahe gelegt, daher kennzeichnet der Kampf für und gegen das Dogma von der „Konstanz der Arten" den Beginn der deszendenztheoretischen Epoche am Ende des 18. und zu Beginn des 19. Jahrhundertes. Die Möglichkeit, die Gruppen des Tier- und Pflanzenreiches bei fortschreitender allseitiger Untersuchung in Beziehungen zueinander zu bringen, mußte die deszendenztheoretische Auffassung stärken; sie gelangte zum Siege, als die Paläontologie fortgesetzt Vorläufer der heutigen Tier- und Pflanzenwelt bekannt machte, als immer mehr die wunderbare Einheitlichkeit des Baues der Zellen und ihrer Teile mit einer anderen Auffassung unvereinbar wurde, als das Vorkommen rückgebildeter, sogenannter rudimentärer Organe, als zahlreiche biogeographische Tatsachen, als Erscheinungen in der ontogenetischen Entwicklung direkte Beweise lieferten. Nichts vermag schlagender die Berechtigung der Abstammungslehre zu erweisen, als der schon erwähnte Umstand, daß ein Jahrhundert intensivster biologischer Arbeit nur Bestätigungen und keine Widerlegung gebracht hat. Die Überzeugung von der Richtigkeit der Abstammungslehre zwingt uns, ihre Ergebnisse für alle Disziplinen der Biologie zu verwerten. Vor allem gilt dies für die Systematik, welche sich ja mit den mannigfaltigen Gestaltungen, in welchen uns die Organismenwelt entgegentritt, als mit Ergebnissen der Evolution, beschäftigt.

Prinzipien der phylogenetischen Systematik. Der Ausbau des Pflanzensystemes nach deszendenztheoretischen Gesichtspunkten ist das Ziel der phylogenetischen Systematik. Dieses Ziel ist aber weder rasch noch leicht zu erreichen. Die Annäherung an dieses Ziel hängt nicht bloß von der Vertiefung systematischer Forschungen ab, sondern auch

---

by means of nat. select. London 1859; deutsche Übersetzung von V. Carus, 8. Aufl., 1898. — Naegeli C., Mechanisch-physiol. Theorie d. Abstammungslehre. 1884. — Weismann A., Vortr. über Deszendenztheorie. 3. Aufl., 1913. — Haeckel E., Natürl. Schöpfungsgeschichte. 11. Aufl., 1910. — Hertwig O., Allgem. Biologie. 5. Aufl., 1920; Das Werden der Organismen. 2. Aufl., 1918. — Lotsy J. P., Vorlesungen über Deszendenztheorien mit bes. Berücksicht. d. botan. Teile der Frage. 1906 und 1908. — Schneider C. K., Einführung in die Deszendenztheorie. 1906. — Hertwig R. in Kultur der Gegenwart, II. Teil, 4. Bd., 1914. — Tschulok S., Deszendenzlehre. 1922.

von einzelnen glücklichen Funden und von den Fortschritten der übrigen Disziplinen der Botanik.

Die Aufgabe ist eine so außergewöhnlich große, daß wir uns gar nicht der Hoffnung hingeben können, daß sie je endgültig gelöst werden kann. Die verschiedenen phylogenetischen oder natürlichen Systeme, die bisher existieren, sind daher nichts anderes, als Versuche, sich dem Ziele zu nähern. Daraus folgt aber, daß jederzeit das System zum guten Teile den Charakter eines provisorischen haben muß, daß es Aufgabe des Systematikers ist, sich dieses provisorischen Charakters desselben bewußt zu sein und insbesondere bei der Anteilnahme an dem Aufbaue des Systemes alles zu vermeiden, was einem Ausbaue nach phylogenetischen Prinzipien später hinderlich in den Weg treten könnte.

Abgesehen von diesen in der Unzulänglichkeit unserer Methoden und unseres Erkenntnisvermögens begründeten Schwierigkeiten stellen sich noch andere nicht unbedeutende Hindernisse einer ganz befriedigenden Ausbildung des Systemes entgegen.

Zunächst ist in Betracht zu ziehen, daß unsere Systematik sich in erster Linie auf die heute lebenden Pflanzenformen stützt und sich auf dieselben stützen muß, weil die paläontologische Überlieferung eine zu lückenhafte ist. Es wäre nun sehr verfehlt, zu glauben, daß durch die heute lebenden Pflanzen der Stammbaum des Pflanzenreiches im allgemeinen sich überhaupt darstellen läßt. Wir sehen durchwegs nur die letzten Verzweigungen des Stammbaumes vor uns, und wenn wir im Systeme eine Form *a* einer zweiten Form *b* vorangehen lassen, weil wir erstere für die ursprünglichere ansehen, so kann dies zumeist höchstens in dem Sinne gemeint sein, daß in den Ahnen des Formenkreises *a* die Vorfahren des Kreises *b* zu suchen sind; vielfach wird dies nur so gemeint sein, daß nach unserer Vorstellung die Stammpflanzen von *b* etwa dem Typus *a* ähnlich gesehen haben könnten.

Die Entwicklung des Pflanzenreiches ist ein so kompliziertes Phänomen, daß sich dasselbe durch ein „lineares“ System überhaupt niemals wird ausdrücken lassen; wir werden daher bei Ausbau eines solchen immer nur bestrebt sein müssen, so weit als möglich phylogenetische Gesichtspunkte geltend zu machen.

Ferner wird auch eine große Ungleichwertigkeit des Systemes in seinen Teilen niemals zu vermeiden sein. Bezüglich der Phylogenie der jüngsten Formen stehen uns ganz andere und viel bessere Methoden zur Verfügung als bezüglich der Phylogenie älterer Typen; bei jenen können wir vielfach eine halbwegs exakte Durchbildung des Systems verlangen, bei diesen werden wir immer in höherem Maße auf Hypothesen angewiesen bleiben.

Schließlich darf niemals außer Acht gelassen werden, daß die phylogenetischen Beziehungen der Pflanzen zueinander so mannigfaltig und kompliziert sind, daß ein streng phylogenetisches System niemals so klar und übersichtlich sein kann, wie dies die praktischen Bedürfnisse der Botanik fordern. Da wir auf Klarheit und Übersichtlichkeit des Systemes

nicht verzichten können, so bleibt uns zunächst nichts anderes übrig, als jeweilig einen Mittelweg einzuschlagen, welcher dahin führt, daß die Übersichtlichkeit und Klarheit unserer phylogenetischen Systeme geringer ist als die der rein morphologischen, daß aber auch manche phylogenetischen Erkenntnisse sich zeitweise oder überhaupt im Systeme gar nicht ausdrücken lassen.

Systematische Einheiten. Überblickt man die Gesamtheit der Pflanzen, so zeigt es sich, daß die einzelnen Formen einander in höherem oder geringerem Maße ähnlich sind. Dabei ist der Ausdruck „ähnlich" im weitesten Sinne gebraucht; er bezieht sich nicht bloß auf die größere oder geringere morphologische Übereinstimmung, sondern auf die Gesamtheit der Merkmale. Versucht man, diese Formen nach ihrer Ähnlichkeit zu ordnen — und dies tut die Systematik seit Jahrhunderten — so ergibt sich nicht eine kontinuierliche Formenreihe, sondern wir erblicken in dieser größere und kleinere Lücken. Seit lange fühlt man das Bedürfnis, die Formenreihen, welche von anderen durch solche Lücken getrennt sind, als Einheiten des Systemes zusammenzufassen, dabei Einheiten verschiedener Wertigkeit zu unterscheiden und die graduell niedrigeren Einheiten den höheren unterzuordnen.

Das phylogenetische System verlangt nun, daß das Einreihen der Pflanzen in solche Einheiten und die gegenseitige Über- und Unterordnung der Einheiten nicht bloß auf Grund der größeren und geringeren Ähnlichkeit erfolgt, sondern daß jede Einheit möglichst entwicklungsgeschichtlich Zusammengehöriges enthält, und daß die Über- und Unterordnung derselben ihrem phylogenetischen Verhältnisse entspreche, also den Ursprung der einzelnen Entwicklungsreihen und ihr relatives Alter zum Ausdrucke bringe. Da die entwicklungsgeschichtlichen Formenreihen, die sich beobachten lassen, ungemein ungleichwertig sind, indem ihr Alter ein sehr verschiedenes ist und der Grad der Gliederung, welcher in den verschiedenen Zeiträumen erlangt wurde, sehr wechselt, ist die Zahl der systematischen Einheiten, welche sich überhaupt aufstellen ließen, eine ganz außerordentlich große. Dem Bedürfnisse nach Übersichtlichkeit, das nach dem im vorigen Abschnitte Gesagten die Systematik nicht vernachlässigen darf, Rechnung tragend, hat es sich konventionell herausgebildet, eine relativ kleine Anzahl solcher Einheiten zu unterscheiden; diese sind, wenn wir von den höheren ausgehen und zu den niedrigsten herabsteigen:

Stamm (Phylum).
Abteilung (Divisio).
Klasse (Classis).
Ordnung oder Reihe (Ordo).
Familie (Familia).
Gattung (Genus).
Art (Species).

Untergruppen der Abteilungen, Klassen, Ordnungen sind: Unterabteilung (Subdivisio), Unterklasse (Subclassis), Unterordnung (Subordo); der Familien: Unterfamilie (Subfamilia), Tribus und Subtribus; der Gattungen: Untergattung (Subgenus), Sektion und Subsektion.

Schon aus dem Umstande, daß die Zahl der möglichen Einheiten eine außerordentlich große ist, daß wir der Erkenntnis einigen Zwang antun müssen, wenn wir sie auf die erwähnte Anzahl reduzieren, ergibt sich, daß diese Einheiten nicht gleichwertig sein können. Eine Gattung der Compositen kann bezüglich des Grades der Organausbildung oder der Länge der Entwicklungsdauer nicht leicht gleichwertig sein einer Gattung der Farne. Die Einheiten so weit als möglich gleichwertig zu gestalten, ist eine Forderung einer natürlichen Systematik, und daraus folgt von selbst das Bedürfnis nach Unterscheidung einer größeren Zahl von Einheiten, welches die Systematik der neueren Zeit kennzeichnet.

Aus der nicht zu vermeidenden Ungleichwertigkeit der systematischen Einheiten ergibt sich, daß eine Definition derselben im allgemeinen nicht möglich ist. Eine solche wird am ehesten möglich sein bezüglich der niedersten und höchsten Einheiten, die oben als „Arten“ und „Stämme“ bezeichnet wurden.

Unter der Bezeichnung eines Pflanzenstammes fassen wir alle jene Pflanzen zusammen, welche wir bei Anwendung aller uns zur Verfügung stehenden Methoden nicht in eine entwicklungsgeschichtliche Beziehung zu anderen Pflanzengruppen bringen können und deren entwicklungsgeschichtlicher Zusammenhang sich wenigstens wahrscheinlich machen läßt. Wir sind zwar vielfach nicht in der Lage, zu sagen, wo im Systeme eine Entwicklungsreihe ihren Anschluß hat, ohne deshalb von einem Pflanzenstamme zu sprechen; es wird dies dann der Fall sein, wenn die Organisation der betreffenden Pflanzen mit Bestimmtheit für nahe Verwandtschaft mit anderen Pflanzen spricht; so können wir beispielsweise über den Ursprung der Monocotyledonen nichts Bestimmtes sagen, zweifeln aber doch nicht an den nahen entwicklungsgeschichtlichen Beziehungen zu den Dicotyledonen. Wir werden also nur dann verschiedene Pflanzenstämme annehmen, wenn die Verschiedenheiten zwischen den Angehörigen dieser Einheiten so groß sind, daß wir sie nicht ungezwungen entwicklungsgeschichtlich zu erklären vermögen.

Man sollte erwarten, daß es nicht schwer ist, zu erklären, was eine Art, die letzte Einheit des Systemes ist, und doch sind die Schwierigkeiten hier nicht klein; sie sind dadurch hervorgerufen, daß die Arten etwas Veränderliches sind, daß fortwährend aus Arten neue entstehen. Während entwicklungsgeschichtlich ältere Arten durch leicht erkennbare Merkmale voneinander verschieden sind, werden die Unterschiede bei jüngeren Arten oft kleiner sein und der Beginn einer Artbildung wird vielfach morphologisch kaum angedeutet sein. Die Möglichkeit des Erkennens dieser verschiedenen Abstufungen der Arten hängt aber in erster Linie von der Befähigung oder Gründlichkeit des Beobachters ab, und darum ist die Festsetzung dessen,

was als letzte Einheit des Systems, als Art anzusehen ist, etwas rein Subjektives, je nach der Zeit und der Person Schwankendes.

Man wird daher als Art[27]) die Gesamtheit der Individuen bezeichnen können, welche in allen, dem Beobachter wesentlich erscheinenden Merkmalen untereinander und mit ihren Nachkommen übereinstimmen. Es wurde schon oben bemerkt, daß ein tieferes Eindringen in die phylogenetischen Beziehungen der Pflanzen zueinander das Bedürfnis nach Schaffung einer größeren Anzahl von Einheiten hervorruft. Dieses Bedürfnis hat sich insbesondere in der Systematik der Arten geltend gemacht, da hier es vielfach noch am sichersten möglich ist, die genetischen Beziehungen zu erforschen. Derartige dem Artbegriffe untergeordnete Einheiten sind: Die Unterart (Subspecies), die Modifikation (Modificatio), die Mutation (Mutatio). Diese Bezeichnungen werden je nach dem subjektiven Standpunkte Einzelner in recht verschiedenem Sinne gebraucht. Vom phylogenetischen Standpunkte aus können vielleicht diese Einheiten folgendermaßen erläutert werden. Jüngste Einheiten des Systemes, welche ihren Ursprung aus einer Art durch noch existierende Übergangsformen erweisen, sind die Unterarten[28]). Modifikationen sind bei den Individuen einer Art auftretende, auf äußere Einflüsse zurückführbare, nicht oder in geringem Maße vererbbare Eigentümlichkeiten. Als Mutationen bezeichnet man bei einzelnen Individuen einer Art auftretende, auf äußere Einflüsse nicht direkt zurückführbare, vererbbare Eigentümlichkeiten. Für innerhalb einer Art auftretende, auffallende Typen, die wir mangels von Beobachtungen oder Versuchen weder als Modifikationen noch als Mutationen bezeichnen können, dürften sich die vorläufigen Bezeichnungen Varietät (Varietas) oder Form (Forma) empfehlen. Durch Kreuzung entstandene Mittelformen zwischen Arten derselben Gattung oder verschiedener Gattungen werden als Bastarde (Hybriden) bezeichnet. Will man eine Gruppe von wesensgleichen Pflanzen bezeichnen, ohne etwas über ihre systematische Einordnung auszusagen, so gebraucht man den Ausdruck Sippe (Naegeli) oder Biotypus (Johannsen).

Stets müssen wir uns vergegenwärtigen, daß alle die genannten systematischen Einheiten als solche nicht in der Natur existieren, sondern daß es sich um begriffliche Abstraktionen handelt. Vor allem gilt dies von den höheren Einheiten des Systemes.

Reale Existenz haben nur die Individuen. Zweifellos eine Einheit bilden Individuen, welche bei Vermeidung jeder Fremdbefruchtung gleicher

---

[27]) Über die systematischen Einheiten und besonders den Artbegriff vgl. Plate L., Prinzipien der Systematik etc. in Kultur d. Gegenw., III. Teil, 4. Bd. (1914) und die dort zitierte Literatur; ferner Lotsy J. P., Fortschr. uns. Anschauungen über Deszendenz seit Darwin usw. Progr. rei bot., IV., 1913; Qu'est ce qu'une espèce? Arch. Néerl., Ser. III., Bd. III., 1916. — Lehmann E. in Zeitschrift f. ind. Abstammgsl., XI. Bd., 1913 und XII. Bd., 1914.

[28]) Ziemlich gleichbedeutend ist die oft, besonders für Kulturpflanzen, angewendete Bezeichnung Rasse.

Herkunft sind (Reine Linien[29]). Wenn wir weitere Einheiten konstruieren wollen, welche wenigstens in gewissem Sinne einheitlich sind, müssen wir wohl beachten, daß die Beschaffenheit, in welcher uns ein Organismus erscheint, sein Phänotypus durchaus nicht immer einen Rückschluß zuläßt auf seine wesentliche, auf seinen Anlagenkomplex beruhende Beschaffenheit, den Genotypus. Zwei Pflanzen können phänotypisch gleich erscheinen und doch genotypisch verschieden sein und umgekehrt. Eine Entscheidung wird in solchen Fällen nur das die Vererbung prüfende Experiment bringen können. Aus diesem Grunde spielt das Experiment gegenwärtig bei Versuchen, die letzten Einheiten des Systemes zu präzisieren, eine immer größere Rolle.

Wenn eine systematische Einteilung nur nach morphologischen Gesichtspunkten vorgenommen wird, dann ist es leicht, für die einzelnen Gruppen bezeichnende Merkmale anzugeben und sie damit zu charakterisieren. Viel schwieriger ist dies, wenn die Einteilung nach phylogenetischen Gesichtspunkten erfolgt, denn dann sind die Formen einer Gruppe nicht durch dieselben Merkmale zusammengehalten, sondern durch denselben Ursprung; die verschiedene Fortentwicklung kann aber zu ganz verschiedenen Merkmalen geführt haben. Die morphologische Systematik charakterisiert daher ihre systematischen Einheiten durch gemeinsame Merkmale; die phylogenetische Systematik wird oft an Stelle dieser morphologische Grenzwerte setzen müssen — wieder ein Umstand, der (vgl. S. 12) die phylogenetische Systematik zwar wissenschaftlich wertvoller, aber weniger klar und übersichtlich macht.

Nach dem oben Gesagten soll in einem phylogenetischen Systeme die Unterordnung einer systematischen Einheit unter eine andere eine bestimmte phylogenetische Beziehung ausdrücken. Eine solche Unterordnung sollte daher nur dann vorgenommen werden, wenn eine entsprechende phylogenetische Beziehung sich begründen läßt. Wenn dies nicht möglich ist, ist eine vorläufige, den morphologischen Verhältnissen entsprechende Aneinanderreihung der zur Beobachtung gelangten Typen jener Unter- und Überordnung vorzuziehen. Eine konsequente Durchführung dieses Grundsatzes ist allerdings schwer, weil der menschliche Geist unwillkürlich dazu drängt, das zum Ausdrucke zu bringen, was er als Ziel anerkannt hat.

Zum Zwecke der allgemeinen Verständigung hat man sich über eine bestimmte Art der Bezeichnung der Pflanzen und der Einheiten des Systemes, über eine bestimmte botanische Nomenklatur geeinigt[30]). Da die Frage der Nomenklatur keine wissenschaftliche, sondern eine rein konventionelle ist, ist es ganz angemessen, sie zeitweise durch Abstimmungen auf inter-

---

[29]) Johannsen W., Elemente der exakten Erblichkeitslehre, 2. Aufl., 1913.

[30]) A. P. de Candolle, Lois de la nomenclature botanique. 1867. — Eine deutsche Übersetzung davon erschien 1868. — Briquet J., Règles internat. de la Nomenclature botanique adoptées par le Congrès internat. de Botanique de Vienne 1905. Mit engl. u. deutscher Übersetzung. Verhandl. d. intern. bot. Kongr. in Wien 1905. Jena 1906; 2. Aufl. 1912. — Actes d. III. Congr. intern. de Bot. Bruxelles. 1910. Vol. I.

nationalen Kongresses zu regeln. Die letzten derartigen Kongresse fanden 1905 in Wien und 1910 in Brüssel statt.

Nach den Bestimmungen derselben wird im Prinzip derjenige Name angewendet, welcher der betreffenden systematischen Einheit zuerst beigelegt wurde (Prioritätsprinzip), wobei man bis auf die Werke Linnés zurückgeht. Die Namen der Abteilungen und Klassen werden zumeist nach bemerkenswerten Eigentümlichkeiten gebildet, die der Ordnungen oder Reihen zumeist nach einer charakteristischen Familie und vielfach durch den Ausgang auf die Silben „*-ales*“ kenntlich gemacht. Familiennamen werden analog zumeist nach den Namen einzelner Gattungen gebildet und gehen auf die Silben „*-aceae*“ aus. Die Gattungsnamen haben substantivische Form. Jede Art wird durch zwei Namen bezeichnet, durch den Namen der Gattung und durch einen ihm angefügten Speziesnamen.

Bezeichnungen für Modifikationen, Mutationen, Varietäten u. dgl. werden dem Namen der Art, zu der sie gehören, beigesetzt, so z. B. *Polygonum amphibium* modif. *terrestre, Fagus silvatica* mut. *purpurea.* Die Namen der Unterabteilungen, Unterklassen, Unterarten etc. folgen in bezug auf ihre Bildung den Namen der Abteilungen, Klassen, Arten etc. Bastarde werden durch die Namen der gekreuzten Arten bezeichnet, z. B. *Primula veris* × *vulgaris* oder *Primula veris* ♂ × *vulgaris* ♀, außerdem oft auch durch binäre Namen [z. B. *Medicago varia (M. sativa* × *falcata)*].

Zur Vermeidung von Mißverständnissen werden konventionell den Pflanzennamen die Namen der Botaniker, welche diese Namen schufen, in zumeist abgekürzter Form beigesetzt. So bezeichnet *Myosotis alpestris* Schm. jenes Vergißmeinnicht, welches F. W. Schmidt *M. alpestris* nannte, *Nonnea pulla* (L.) DC. jene Pflanze, die Linné als *Lycopsis pulla* beschrieb, A. P. de Candolle jedoch später in die Gattung *Nonnea* versetzte. Dieses Beisetzen der Autorennamen hat jedoch nur dann einen Sinn, wenn derjenige, welcher den Namen gebraucht, damit wirklich einer Anschauung, die nicht mißverstanden werden soll, Ausdruck geben will. Wenn dies nicht der Fall ist, sinkt die Autorenzitation zu einer zwar sehr gebräuchlichen, aber wertlosen Formalität herab.

Monophyletische und polyphyletische Entwicklung. Daß Anpassung an gleiche Lebensverhältnisse ähnliche morphologische Ausbildung der Organismen hervorbringt, ist bekannt. Es steht nichts der Annahme im Wege, daß diese morphologische Ähnlichkeit so weit gehen kann, daß die betreffenden Organismen uns vollständig gleich oder wenigstens so ähnlich erscheinen, daß wir geneigt sind, sie als derselben systematischen Einheit angehörig anzusehen. Daraus ergibt sich, daß die morphologische Systematik mit der Möglichkeit der Existenz polyphyletischer Entwicklung mancher systematischer Einheiten rechnen muß. In der Tat nehmen wir heute für manche auf morphologischer Basis gewonnene Pflanzengruppen eine solche Entwicklung an. Als Beispiele nenne ich die „Flechten“, welche an eine gleichartige Lebensweise angepaßte „Pilze“ aus systematisch sehr ver-

schiedenen Gruppen umfassen, ferner einige Familien der Angiospermen, wie die Amaryllidaceen und Scrophulariaceen, welche in ihrer heutigen Umgrenzung ähnliche Entwicklungsstadien verschiedener Entwicklungsreihen umfassen dürften.

Anders steht die Frage allerdings vom Standpunkte der phylogenetischen Systematik. Da diese ihre systematischen Einheiten aus solchen Elementen aufbaut, welche dieselbe Entwicklung genommen haben, muß sie in dem Momente, in welchem sie die polyphyletische Abstammung einer für einheitlich gehaltenen Gruppe erkennt, diese Gruppe in so viele Einheiten auflösen, als verschiedene Entwicklungsprozesse vorliegen. Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß dieser Vorgang für die Übersichtlichkeit des Systems keineswegs von Vorteil ist, aber wir haben ja schon mehrfach gesehen, daß der phylogenetische Wert eines Systems oft nur auf Kosten der Übersichtlichkeit gewonnen werden kann. Allerdings verlangt die Rücksichtnahme auf dieselbe, daß nur dann jene Spaltung von systematischen Gruppen vorgenommen wird, wenn der polyphyletische Ursprung sich erweisen läßt. Wir werden daher zunächst auch in einem phylogenetischen System noch Gruppen finden, deren monophyletischer Ursprung fraglich ist.

Eine Frage von allgemeinerem Interesse ist die, ob die Gesamtheit jener Organismen, welche wir Pflanzen nennen, monophyletischen Ursprunges ist. Die meisten der bisher aufgestellten Systeme nehmen einen solchen Ursprung des Pflanzenreiches an. Es ist dies aus zwei Ursachen ganz begreiflich; einerseits konnte die Überzeugung von der Berechtigung deszendenztheoretischer Anschauung unwillkürlich zu der in der Annahme eines monophyletischen Ursprunges gelegenen Übertreibung deszendenztheoretischer Auffassung führen; anderseits waren die Kenntnisse betreffend die Gruppen mit einfacherer Organisation, die sogenannten Thallophyten, lange Zeit zu unvollkommen, als daß eine Entscheidung hätte gefällt werden können. Eine polyphyletische Entwicklung des Pflanzenreiches erscheint an und für sich möglich, wenn wir bedenken, daß der Begriff „Pflanze“ nicht induktiv gewonnen, sondern dem täglichen Leben entnommen wurde, so daß es ganz gut möglich ist, daß wir damit Organismen von verschiedener Herkunft mit analoger Organisation und Lebensweise bezeichnen.

Ich habe schon früher hervorgehoben, daß in jüngster Zeit die Stimmen sich mehrten, welche für eine polyphyletische Entwicklung des ganzen Pflanzenreiches eintreten (Eichler, Drude, Engler, Sachs u. a.). In der Tat ist es derzeit nicht möglich, für die Gesamtheit des Pflanzenreiches eine monophyletische Entwicklung zu erweisen. Für die höher organisierten Pflanzen, die sogenannten Cormophyten, läßt sich eine monophyletische Entwicklung, wenn auch nicht beweisen, so doch in hohem Maße wahrscheinlich und verständlich machen, und gerade die diesbezüglichen Erkenntnisse gehören zu den wertvollsten, welche die letzten Jahrzehnte ergeben haben. Dagegen erscheint es berechtigt, anzunehmen, daß unter den sogenannten Thallophyten Typen sehr verschiedener Abstammung zusammengefaßt wurden.

In dem Bestreben, diese Typen zu sondern, unterscheide ich in diesem Handbuche folgende sieben Stämme[31]):

I. *Myxophyta;* II. *Schizophyta;* III. *Zygophyta;* IV. *Phaeophyta;* V. *Rhodophyta;* VI. *Euthallophyta;* VII. *Cormophyta.*

Ich halte es nicht für ausgeschlossen, sogar für sehr wahrscheinlich, daß unter den sechs ersterwähnten Stämmen (speziell unter VI) sich Abkömmlinge jener Typen befinden, von denen auch die Cormophyten abzuleiten sind, doch ist es derzeit unmöglich, derartige Typen mit einiger Sicherheit nachzuweisen, weshalb ich die durchgeführte Trennung — vorläufig wenigstens — für richtiger halte. Anderseits erscheint es mir möglich, daß einzelne der genannten Stämme (speziell gilt dies von Stamm III) in mehrere Stämme aufzulösen sein werden.

Eine kurze Charakteristik der unterschiedenen Stämme, sowie Bemerkungen über die Notwendigkeit der Unterscheidung derselben finden sich in dem der Behandlung dieser Stämme gewidmeten Teile dieses Handbuches.

Nicht uninteressant und in gewissem Sinne beweisend für die Berechtigung der Unterscheidung der aufgeführten Stämme erscheint mir ein Hinweis auf phylogenetische Beziehungen der Pflanzenstämme zu Organismen, welche gegenwärtig als Protozoen dem Tierreiche zugeschrieben werden, wie solche aus dem Schema in Abb. 24 hervorgehen.

Methoden der phylogenetischen Systematik. Wenn die fossilienführenden Ablagerungen der Erde in ununterbrochener Schichtenfolge anzutreffen und reicher an gut erhaltenen pflanzlichen Fossilien wären, dann wäre die Phytopaläontologie die wichtigste Grundlage für eine phylogenetische Systematik, da sie direkt die Vorfahren der heutigen Pflanzen, sowie den relativen Zeitpunkt ihres Auftretens bekannt machen könnte. Nun treffen leider diese Voraussetzungen nicht zu. Die Zahl der Fossilien ist dazu eine viel zu geringe, die Erhaltung derselben eine viel zu fragmentarische; die phylogenetische Systematik ist deshalb in erster Linie auf Methoden angewiesen, welche die phylogenetische Entwicklung des Pflanzenreiches erschließen lassen; diese Methoden liefert außer der Phytopaläontologie vor allem die vergleichende Morphologie, das Studium der individuellen Entwicklung und die Pflanzengeographie. Auch die Cytologie, Chemie und Physiologie haben zur Erkenntnis der Phylogenie schon viel beigetragen und damit die Anfänge von Methoden ergeben, die gewiß in der Zukunft größere Bedeutung erlangen werden.

Trotz der schon erwähnten Unzulänglichkeit der paläontologischen Überlieferung darf der Wert derselben nicht unterschätzt werden; speziell von der Zukunft sind noch wertvolle Ergebnisse der Phytopaläontologie[32]) zu

[31]) Vgl. auch Sitzungsber. d. deutsch. naturw.-med. Vereines f. Böhmen „Lotos", 1896, Nr. 8.

[32]) Die wichtigsten phytopaläontologischen Handbücher sind: Schimper W. Ph. und Schenk A., Paläophytologie, 1890; H. Graf zu Solms-Laubach, Einleitung in die Paläophytologie, 1887; Potonié H., Lehrbuch der Pflanzenpaläontologie, 1899, 2. Aufl.

erwarten; sie stand bisher zu sehr unter der Aufgabe der ersten Verarbeitung des kolossalen aufgesammelten Materiales, als daß sie planmäßig an die Erörterung phylogenetischer Fragen hätte schreiten können; trotzdem liegt eine Reihe wertvoller Resultate bereits vor. Die Phytopaläontologie hat uns mit einer ganzen Reihe ausgestorbener großer Gruppen des Pflanzenreiches bekannt gemacht, welche gerade jenem Teile des Cormophytensystemes sich einfügen, der bei Beachtung der rezenten Formen allein einen recht lückenhaften Eindruck macht. Von solchen Gruppen sind besonders zu nennen: zahlreiche Typen, die zwischen die Farne und die Gymnospermen sich einfügen, vollständig ausgestorbene Klassen der Gymnospermen, ferner von Pteridophyten die Sphenophyllaceen, Calamariaceen, Lepidodendraceen, Sigillariaceen u. a. m. Im speziellen Teile dieses Buches werden diese Typen entsprechende Berücksichtigung erfahren.

Die Phytopaläontologie hat uns einen sehr wertvollen Beleg dafür erbracht, daß unter den Cormophyten die Angiospermen einen späteren Typus als die Gymnospermen und Pteridophyten darstellen, da letztere schon im Devon, Carbon und Perm sich fanden, während erst zur Kreidezeit Angiospermen auftraten. Auch das höhere Alter der Pteridophyten gegenüber den Gymnospermen drückt sich in der Reihenfolge der Fossilien klar aus.

Wesentlich hat die Phytopaläontologie dazu beigetragen, die Geschichte der Gesamtflora großer Gebiete in den letzten Epochen der Erdentwicklung aufzuklären. Auf dieser Aufklärung beruht zum großen Teile die Verwertbarkeit der Pflanzengeographie für phylogenetische Forschungen, da sie Rückschlüsse aus der heutigen Verbreitung gewisser Formen auf ihre ehemalige Verbreitung und ihren früheren Bau zuläßt.

Auch der Versuch der Rekonstruktion der letzten Äste der Stammbäume gewisser Pflanzen auf Grund fossiler Reste wurde bereits mehrfach gemacht, und wenn auch die Resultate dieser Versuche noch nicht ganz einwandfrei sind, so deuten sie doch eine Arbeitsrichtung an, die bei Vervollkommnung ihrer Methode wertvolle Ergebnisse verspricht. Beachtung verdient in dieser Richtung beispielsweise der Versuch, den Wedel-Aufbau der meisten rezenten Farne auf morphologische Veränderungen zurückzuführen, welche im Laufe der Zeit vor sich gingen und durch Fossilien in den einzelnen Stadien repräsentiert erscheinen (vgl. Abb. 1).

Die wichtigste Methode der natürlichen Systematik war zu allen Zeiten die vergleichend-morphologische[33]), welche aus einem ein-

von Gothan W., 1920; Zeiller R., Eléments de Paléobotanique, 1900; Scott D. H., Studies in the fossil Botany, 1900, 3. Aufl. 1920; Seward A. C., Fossil plants, a text-book f. stud. of bot. and geol., 4 Bde., 1898—1921; Pelourde F. Paléontol. végét. 1913. — Vgl. ferner: Scott D. H., The Present Position of Palaeozoic Botany, Progressus rei bot., Bd. I, 1907; Arber E. A. N., Bibliography of literat. on palaeoz. foss. pl., a. a. O.; Laurent L., Les progrès de la paléobot. angiosp. d. l. dern. décade, a. a. O.; Zeiller R., Les progrès de la paléobot. de l'ère des Gymnosp., a. a. O., Bd. II., 1907; Jongmans W. J., Die palaeobot. Lit. seit 1910.

[33]) Vgl. Hofmeister W., Allgemeine Morphologie der Gewächse, 1868. — Eichler A., Blütendiagramme, 1875—1878. — Drude O., Morphologie der Phanerogamen (Schenks

gehenden Vergleiche des morphologischen Aufbaues die Ähnlichkeiten und Verschiedenheiten der Pflanzen festzustellen trachtet und auf Grund derselben auf deren Verwandtschaft Schlüsse zieht. Dabei nimmt sie selbstverständlich Rücksicht auf alle Teile der Pflanzen, sie darf sich nicht bloß auf den organographischen Vergleich beschränken, sondern muß auch den anatomischen Vergleich durchführen.

Dieser morphologische Vergleich kann in deszendenztheoretischer Hinsicht nur dann wertvolle Resultate gewinnen, wenn er zu unterscheiden vermag zwischen Organen und Strukturen, welche auf gleicher Entwicklung beruhen, also entwicklungsgeschichtlich gleichwertig sind, und zwischen Organen und Strukturen, welche bei den verschiedensten Pflanzen in Anpassung an analoge Funktion auf verschiedenem Wege entstanden sind. Ähnliche Aufgaben bedingen ähnlichen Bau. Es können mithin entwicklungsgeschichtlich gleichwertige Organe sehr verschieden aussehen, wenn sie verschiedenen Funktionen angepaßt sind, es können entwicklungsgeschicht-

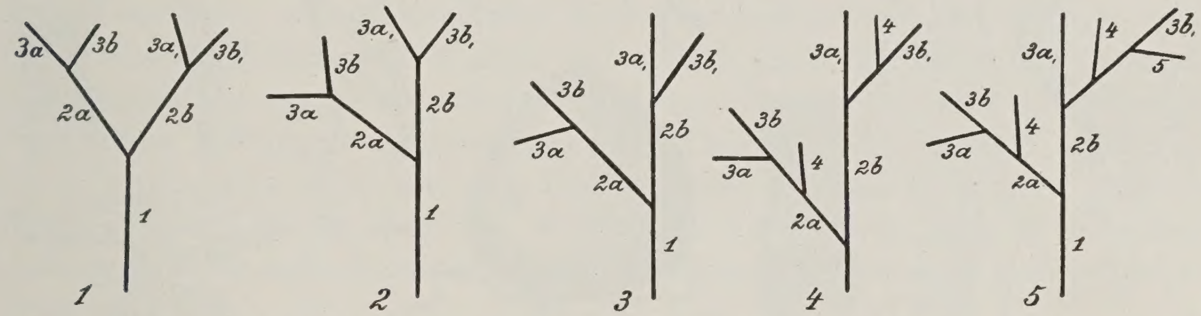


Abb. 1. Schematische Darstellung der Entwicklung des häufigsten (fiedrigen) Verzweigungstypus der lebenden Farne (Fig. 5) aus der dichtotomen Verzweigung der ältesten Farne (Fig. 1) durch Vermittlung der bei paläozoischen Farnen vorhandenen Art der Verzweigung (Fig. 3). — Nach Potonié.

lich grundverschiedene Organe überaus ähnlich sein, wenn sie ähnlichen Zwecken dienen. Entwicklungsgeschichtlich gleichwertige Organe und Strukturen, mögen sie ähnlich oder verschieden sein, nennt man homolog; entwicklungsgeschichtlich verschiedene Organe und Strukturen, die infolge ähnlicher Funktionen ähnlich sind, nennt man analog. Ein paar Beispiele werden die Unterscheidung erläutern. Organe, welche die Aufgabe haben, eine Pflanze an den Standort zu befestigen und zum Teil auch aus dem Substrate Nahrung zu entnehmen, kommen bei den phylogenetisch verschiedensten Pflanzen zur Entwicklung. Eine Zusammenstellung solcher Organe zeigt Abb. 2. Diese Organe sind keineswegs homolog, da sie bei entwicklungsgeschichtlich sehr verschiedenen Pflanzen auf sehr verschiedene Art und Weise zur Ausbildung kamen. Sie sind jedoch

Handb.), 1884. — Goebel C., Vergleichende Entwicklungsgeschichte der Pflanzenorgane (a. a. O.), 1884; Organographie der Pflanzen, 1898—1901; 2. Aufl., 3 Bde., 1913—1922. — Pax F., Allgem. Morphologie der Pflanzen, 1890. — Coulter J. M. and Chamberlain Ch. J., Morphology of Spermatoph., I. u. II, 1903. — Velenovský J., Vergleichende Morphologie d. Pflanzen, I, 1905; II, 1907; III, 1910; IV, 1913.

der ähnlichen Aufgabe entsprechend sehr ähnlich; alle zeigen Verzweigung, Tendenz der Oberflächenvergrößerung, Mangel an Assimilation vermittelnden Stoffen usw. Der entwicklungsgeschichtlich sehr verschiedene Wert solcher analoger Bildungen wird auch für eine nach deszendenztheoretischen

Abb. 2. Analoge Organe verschiedener Pflanzen. — Fig. 1. Basaler Teil von *Alaria esculenta* mit Rhizoid; nat. Gr. — Fig. 2. Stück von *Caulerpa prolifera* mit Rhizoiden; nat. Gr. — Fig. 3. Basaler Teil eines *Oedogonium*-Fadens mit Rhizoid; 250fach vergr. — Fig. 4. Wurzel von *Malva silvestris*; nat. Gr. — Fig. 5. Rhizoid von *Syncephalis cordata*; 250fach vergr. — Fig. 6. Basaler Teil eines Stämmchens von *Bryum argenteum* mit Rhizoiden; schwach vergr. — Fig. 7. Wurzelähnliche Wasserblätter von *Salvinia natans*; etwas vergr. — Fig. 8. Rhizoid von *Phallus impudicus*; nat. Gr. — Original.

Gesichtspunkten vorgehende Organographie bestimmend sein, sie nicht mit demselben Namen zu belegen; man wird beispielsweise die Bezeichnung „Wurzel“ für die Organe der entwicklungsgeschichtlich einheitlichen Gruppe der Cormophyten reservieren.

Ein Organ der Cormophyten dagegen, das sich entwicklungsgeschicht-

lich bis zu den Pteridophyten zurückführen läßt, ist das Blatt. Es kann die verschiedensten Funktionen übernehmen und demgemäß, wie Abb. 3 andeutet, außerordentlich verschieden aussehen. Trotzdem sind alle in Abb. 3 dargestellten Organe homolog.

Nicht nur einzelne Organe können analogen Bau annehmen, sondern ganze Pflanzen können zu analogen Bildungen werden; es sei hier an die sukkulenten Euphorbiaceen, Asclepiadaceen und Kakteen, an die verschiedenen Entwicklungsreihen angehörenden „Flechten" u. dgl. erinnert. Solche Fälle „morphologischer Konvergenz" können begreiflicherweise eine natürliche Systematik ungemein erschweren. Die Voraussetzung jeder Verwertung der vergleichenden Morphologie für eine phylogenetische Systematik ist daher die scharfe Scheidung von Homologien und Analogien.

Was den Vorgang der vergleichenden Morphologie anbelangt, so besteht er im wesentlichen in dem Versuche, aus dem Vergleiche homologer Bildungen eine der Entwicklung entsprechende Stufenleiter dieser Bildungen zu konstruieren; sie unterscheidet wesentlich einfachere und weniger einfache Bildungen und sucht letztere auf erstere zurückzuführen und dadurch ihren Entwicklungsgang zu eruieren. In diesem Sinne bezeichnet sie auch die einfacheren Bildungen als niedriger organisiert, die weniger einfachen als höher organisiert und den Übergang der ersteren in letztere als eine Progression. Es ist aber von Wichtigkeit, zu betonen, daß nicht immer einfach erscheinende Organisation gleichbedeutend mit tiefer Entwicklungsstufe ist.

Da sich dieser Übergang bei den verschiedenen Pflanzengruppen in verschiedenster Weise vollzogen hat, ist es auch nicht möglich, allgemein gültige Prinzipien für diese Methode aufzustellen; sie muß von Fall zu Fall ein Verständnis für die Vorgänge zu gewinnen trachten. Einige in den meisten Fällen anwendbare Gesichtspunkte sollen hier hervorgehoben werden.

Als ein zumeist zutreffendes Kennzeichen höherer Organisation kann weitergehende Arbeitsteilung zwischen den Teilen der Pflanze, weitergehende Differenzierung in Organe gelten. Bei den einfachsten uns bekannten Pflanzen sehen wir eine Zelle alle Funktionen des Organismus verrichten; sie dient der Ernährung, der Erhaltung des Individuums und der Fortpflanzung. Von diesen Formen ausgehend, finden wir alle Übergänge bis zu jenen hochentwickelten Pflanzenformen, die durch weitgehende Komplikation der Lebenserscheinungen und weitgehende Gliederung in Organe unsere Bewunderung erregen.

Als ein zweites, zumeist zutreffendes Kennzeichen höherer Organisation kann eine erhöhte Gesetzmäßigkeit in der Ausgestaltung der einzelnen Organe aufgefaßt werden. Speziell bei den Fortpflanzungsvorgängen finden wir als den Ausdruck höherer Organisation sehr häufig den allmählichen Verlust der Fähigkeit, Fortpflanzungsorgane in unbestimmter Zahl und verschiedener Form zu bilden und die Tendenz, solche Organe in beschränkter Zahl und bestimmter Form zu entwickeln.

Abb. 3. Homologe Organe verschiedener Pflanzen. — Fig. 1. Klimmblätter von *Daemonorops hygrophilus*; verkl. — Fig. 2. Wasserblätter (*wb*) von *Bidens Beckii*; nat. Gr. — Fig. 3. Laubblatt von *Quercus Robur*; verkl. — Fig. 4. Reduzierte Blätter (*b*) von *Casuarina muricata*; vergr. — Fig. 5 u. 6. Blattranken von *Bignonia argyroviolacea*; vergr. — Fig. 7. Blattdornen (*b*) von *Berberis vulgaris*; nat. Gr. — Fig. 8. Blattranke von *Cobaea scandens*; nat. Gr. — Fig. 9. Stolonenartiges Blatt von *Adiantum Edgeworthii*; nat. Gr. — Fig. 10. Sukkulente Blätter (*b*) von *Mesembrianthemum Wettsteinii*; nat. Gr. — Fig. 11. Rhizomschuppen von *Lathraea Squamaria*; nat. Gr. — Fig. 12. Niederblätter (Knospendecken, *b*) von *Aesculus Hippocastanum*; nat. Gr. — Fig. 13. Kanne von *Nepenthes Dominii*; nat. Gr. — Fig. 1. nach Kerner, 2 nach Goebel, 3—13 Original.

Als ein weiteres Zeichen hoher Organisation kann eine Ausbildung der Organe betrachtet werden, welche bei geringstem Aufwande an Material und Arbeitsleistung den größtmöglichen Erfolg sichert. Die Infloreszenzen der Compositen und Umbelliferen können als Beispiele dieser Art genannt werden.

Abhängigkeit der Möglichkeit der Ortsveränderung gewisser Teile (Sporen, männliche Befruchtungsorgane) von der Gegenwart liquiden Wassers oder von der Bewegung der Luft kann im allgemeinen als Kennzeichen relativ einfacher Organisation, Anpassung an die Übertragung solcher Teile durch Tiere als Anzeichen späterer Entwicklung aufgefaßt werden.

Extreme und einseitige Anpassungen an bestimmte Lebensverhältnisse, z. B. obligater Parasitismus, Minimum der Organbildung bei Xerophyten, zeigen Endglieder von Entwicklungsreihen.

Nur um anzudeuten, welcher Art die Gesichtspunkte sind, von welchen sich die vergleichende Morphologie leiten läßt, seien hier noch einige Kennzeichen angeführt, welche bei Angiospermen häufig Verwendung finden können.

Eingeschlechtige Blüten ohne Rudimente der fehlenden Geschlechtsorgane zeigen vielfach eine niedrigere Entwicklungsstufe an als zwittrige.

Zygomorphe Blüten lassen sich in der Regel von aktinomorphen ableiten.

Angiospermen mit quirliger Stellung der Blütenteile stehen meist systematisch „höher" als solche mit schraubiger Stellung derselben.

Synkarpie (Vereinigung der Fruchtblätter) stellt eine höhere Entwicklungsstufe als Apokarpie dar; ebenso Versenkung des Gynöceums in die Achse u. dgl. m.

Eine vollständige Aufzählung derartiger Gesichtspunkte kann hier nicht angestrebt werden.

Ein wichtiges Hilfsmittel für die vergleichende Morphologie bildet das gelegentliche Vorkommen von rudimentären Organen.

Als rudimentäre Organe bezeichnet man funktionslose und rückgebildete Organe, deren Bildung aber trotzdem von der Pflanze erblich noch festgehalten wird, und welche infolgedessen auf morphologische Eigentümlichkeiten schließen lassen, die bei den Vorfahren der betreffenden Pflanze sich fanden. Die Deutung eines Organes als rudimentär erfordert stets große Vorsicht, da der Wegfall jedweder Funktion nicht immer leicht zu erweisen ist.

Abb. 4 zeigt eine Reihe solcher Organe.

Der Wert gelegentlich auftretender Mißbildungen[34]) oder Bildungsabweichungen für die vergleichende Morphologie liegt häufig darin, daß

---

[34]) Moquin-Tandon, Elém. d. teratol. végét. 1841. — Masters M. T., Vegetable Teratology, 1869; deutsch von U. Dammer. — Frank A. B., Die Krankheiten der Pflanzen, 1880. — Penzig O., Pflanzen-Teratologie, 1890—1894, 2. Aufl. 1921.

sie Bildungsmöglichkeiten darbieten, welche in der Organisation der Pflanze begründet sind und bei anderen Pflanzen regelmäßig vorkommen. Ferner können dadurch, daß frühzeitig die normale Fortentwicklung von Anlagen unterbrochen wird und diese Anlagen zu einer abnormen Ausgestaltung veranlaßt werden, entwicklungsgeschichtliche Eigentümlichkeiten deutlich wahrnehmbar hervortreten, die sonst durch die normale Weiterentwicklung der Anlagen verdeckt erscheinen. Es kann auf diese Weise z. B. die normale

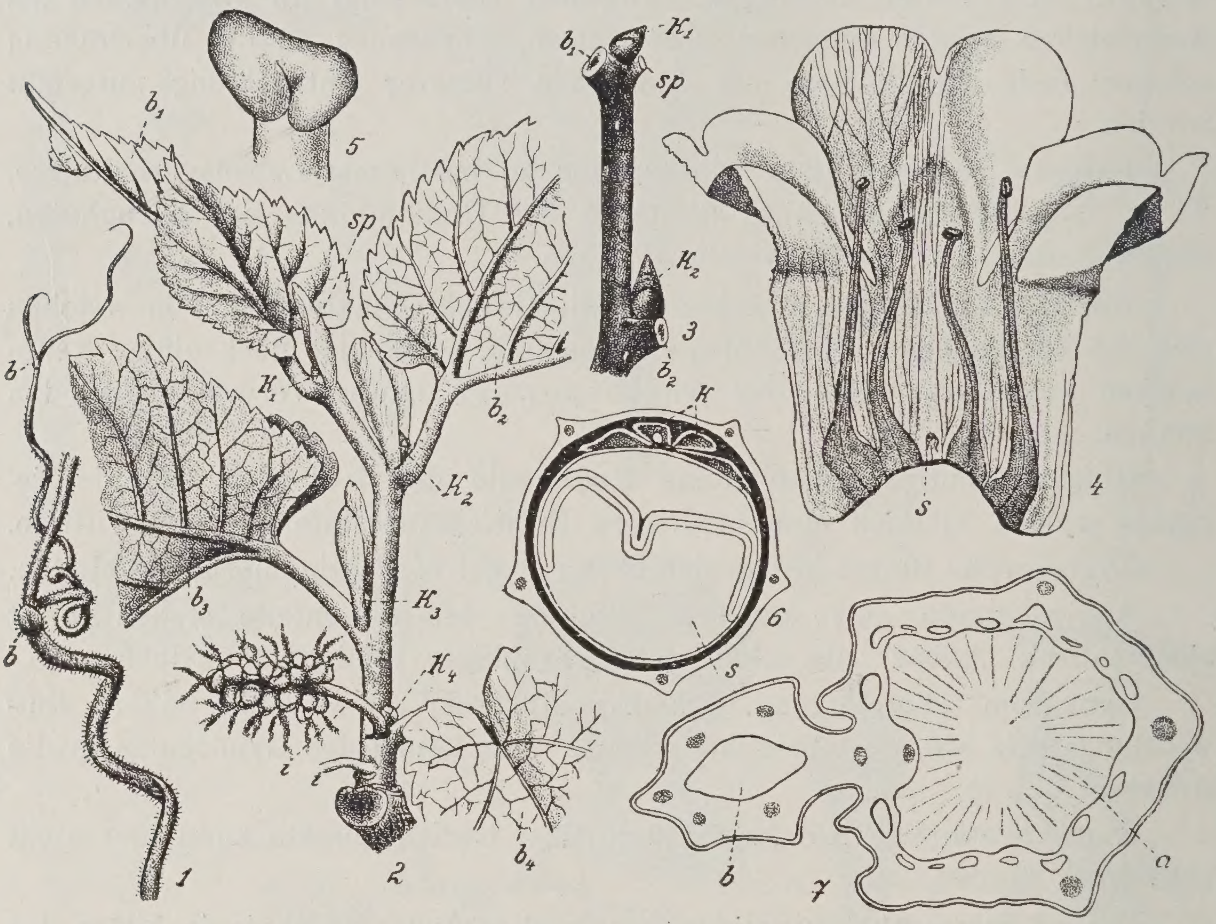


Abb. 4. Rudimentäre Organe. — Fig. 1. Ranke von *Vitis gongylodes* mit rudimentären Blättern *b*; nat. Gr. — Fig. 2. Sproß von *Morus nigra* mit rudimentärem Sproßende *sp*; *b* Blätter, *i* Infloreszenzen, *K* axiläre Knospen; nat. Gr. — Fig. 3. Endteil desselben Sprosses im Winterzustande nach Abfallen von *sp*; nat. Gr. — Fig. 4. Geöffnete Korolle von *Antirrhinum maius* mit rudimentärem Staubblatt *s*; nat. Gr. — Fig. 5. Dasselbe vergr. — Fig. 6. Querschnitt durch die Frucht von *Tilia americana* mit vier rudimentären Fruchtknotenfächern *k*, *s* Same; etwas vergr. — Fig. 7. Querschnitt durch die Frucht von *Pimpinella calycina* mit rudimentärem Carpid *b*; vergr. — Original.

Zusammensetzung eines Organes aus mehreren einzeln angelegten Organen deutlich werden u. dgl. m.

Man hat oft auf das Studium von Mißbildungen besondere Sorgfalt verwendet, weil man glaubte, daß durch kräftige Entwicklung sonst reduzierter oder bloß latenter Eigentümlichkeiten Rückschlagserscheinungen (Atavismen) auftreten können. Es ist aber nicht wahrscheinlich, daß solche Rückschläge wirklich vorkommen, wenn die Entwicklung ein gewisses Maß überschritten hat. Es hat sich nämlich gezeigt, daß auch für die Entwicklung

der Pflanzenwelt die Erscheinung der Irreversibilität, der „Nichtumkehrbarkeit der Entwicklung“, charakteristisch ist. Ein einmal vollständig rückgebildetes, ein morphologisch ganz spezialisiertes Organ kann nicht mehr die Beschaffenheit einer früheren Entwicklungsstufe annehmen[35].

Auf alle Fälle verlangen aber Mißbildungen schon deshalb eine sehr vorsichtige Verwertung, weil es niemals ganz ausgeschlossen ist, daß sie doch etwas ganz Abnormes darstellen, wie dies z. B. bei den meisten durch Parasiten veranlaßten Mißbildungen der Fall ist.

Schon früher wurde hervorgehoben, daß die vergleichende Morphologie als Hilfswissenschaft der phylogenetischen Systematik sich nicht auf den organographischen Vergleich beschränken darf, sondern auch den anatomischen Vergleich heranziehen muß. Diese naturgemäß erst in jüngster Zeit allgemeiner in Anwendung gebrachte „anatomische Methode“[36] hat schon wesentlich zur Vertiefung der Systematik beigetragen. Sie erfordert in demselben Maße wie der organographische Vergleich genaue Unterscheidung zwischen Homologien und Analogien, da gerade auch im anatomischen Baue analoge Funktionen durch ähnliche Ausbildung sich äußern[37]. Die anatomische Methode bietet nicht bloß Anhaltspunkte, um verschiedene Stufen der Organisation abzuschätzen, sondern eignet sich insbesondere häufig in hohem Maße dazu, die entwicklungsgeschichtliche Zugehörigkeit eines äußerlich stark veränderten Typus zu erkennen. Gewisse histologische Eigentümlichkeiten können nämlich, wenn sie einmal zur Ausbildung gelangt sind, lange Zeit erblich festgehalten werden, ohne deshalb die mannigfaltigste Anpassung der betreffenden Pflanzengruppe zu hindern oder durch diese Anpassung selbst eine Veränderung zu erfahren.

Es ist beispielsweise bekannt, daß Pflanzen mit bikollateralen Gefäßbündeln in den Stengeln ebenso den verschiedensten Bedingungen angepaßt sein können, wie Pflanzen mit kollateralen Bündeln. Es ist kein Hindernis vorhanden, daß einmal erworbene bikollaterale Bündel lange Zeit in einer Entwicklungsreihe erhalten bleiben und ein vorzügliches Kennzeichen einer in diese Entwicklungsreihe gehörenden Pflanze abgeben.

Wertvolle Aufschlüsse kann die phylogenetische Forschung aus dem Studium der Entwicklungsgeschichte des einzelnen Individuums, der Ontogenese, erhalten. Der Botaniker Fritz Müller hat das Gesetz aufgestellt, daß die Ontogenesis eine kurze und schnelle Wiederholung der Phylogenesis ist, und E. Haeckel hat dieses Gesetz nicht bloß akzeptiert, sondern geradezu als biogenetisches „Grundgesetz“ bezeichnet. Dieses Gesetz drückt, so weit die Pflanzenwelt in Betracht kommt, die Verhältnisse nicht ganz richtig aus, indem von einer allgemeinen Wiederholung der phylo-

---

[35]) Dollo L., Les lois de l'evolution (Bull. d. l. soc. belg. de Geologie, vol. VII, 1893). — Vgl. auch Goebel K., Organographie, 1. Aufl., S. 152ff.

[36]) Vgl. Radlkofer, Über die Methoden in d. bot. Syst., insbes. d. anat. Methode, 1883. — Solereder H., Systematische Anatomie der Dikotyledonen, 1899; Ergänzungsbd., 1908.

[37]) Vgl. Haberlandt G., Physiologische Pflanzenanatomie, 5. Aufl., 1918.

genetischen Entwicklung in der Ontogenese der Pflanzen nicht die Rede sein kann. Der Grad der Anwendbarkeit dieses Gesetzes ergibt sich aus folgender Betrachtung. Zunächst ist, wie aus einem der folgenden Abschnitte dieses Buches hervorgehen wird, zu beachten, daß Veränderungen der Organisation von Pflanzen, auf welchen ja die Phylogenie beruht, in zweifacher Art vor sich gehen können, entweder sozusagen sprungweise oder durch allmähliche Umprägung. Im ersteren Falle tritt mit einem Schlage etwas Neues in Erscheinung, das schon in der ersten Anlage etwas Neues ist; im letzteren Falle kann die individuelle Entwicklung bis zu einem gewissen Stadium den vererbten Gang einschlagen und dann erst die Abweichung zeigen. Dies gilt ebenso von ganzen Pflanzen, wie von einzelnen Organen; im ersteren Falle wird die Ontogenie in bezug auf die Phylogenie nichts lehren, im letzteren Falle kann sie wertvolle Aufklärungen geben. An einem relativ einfachen Beispiele mag dies erläutert werden. Aus einer angiospermen Pflanze mit pentamerer Blüte kann auf zweifachem Wege eine solche mit tetramerer Blüte werden, entweder durch plötzliche Änderung der Gesamtorganisation, und dann wird schon die erste Anlage der Blüte keine Andeutung des pentameren Ursprunges, sondern sofort eine tetramere Ausbildung zeigen; oder es erfolgt die Umwandlung durch allmähliche Reduktion eines Gliedes oder durch Verwachsung zweier Glieder, dann kann die Anlage noch pentamer sein und die Reduktion, respektive Verwachsung erst im Laufe der weiteren Entwicklung eintreten.

Ferner ist zu beachten, daß die meisten charakteristischen Eigentümlichkeiten der Pflanzen Anpassungen sind, und daß Eigentümlichkeiten der Vorfahren infolgedessen nur dann erblich in noch erkennbarer Form festgehalten werden können, wenn sie entweder Vorgänge und Organe betreffen, die der Anpassungsnotwendigkeit überhaupt ganz entzogen sind, oder wenn sie in dem betreffenden Entwicklungsstadium Anpassungen darstellen.

Vorgänge und Organe der ersteren Art sind vielfach die im Innern von Organen sich abspielenden Befruchtungsvorgänge, die Ausbildung von Fortpflanzungsorganen, Anlagen von Organen verschiedener Art überhaupt; in die zweite Kategorie von Erscheinungen gehört vielfach die Ausbildung der ersten Entwicklungsstadien, welche unter anderen äußeren Verhältnissen vor sich geht als die der späteren Stadien.

Auf diesen Tatsachen beruht z. B. der Wert, den das Studium der Befruchtungsvorgänge und der Embryogenie für die Phylogenie hat, ferner der Wert des Studiums der Jugendformen.

Die Befruchtungsvorgänge der Gymnospermen und Angiospermen spielen sich beispielsweise im Innern von Organen, oft in hohem Maße der Sphäre der Anpassungen entzogen, ab. Es ist ganz verständlich, daß hier lange Zeit hindurch gewisse Erscheinungen in so wenig veränderter Form sich vollziehen können, daß es nicht zu schwer fällt, Homologien aufzudecken, und gerade derartige Studien haben, wie noch im speziellen Teile ausführlicher darzulegen sein wird, überaus wertvolle phylogenetische Aufklärungen

gebracht; ich verweise hier nur kurz auf die Zurückführbarkeit der in Betracht kommenden Organe der Angiospermen auf jene der Gymnospermen und Pteridophyten.

Abb. 5. Jugendformen mit atavistischen Blättern *a*. — Fig. 1. *Lathyrus Aphaca.* — Fig. 2. *Callitris articulata.* — Fig. 3. *Ulex Welwitschianus.* — Fig. 4. *Carmichaelia australis.* — Fig. 5. *Acacia verticillata.* — Fig. 6. *Acacia alata.* — Fig. 7. *Berberis vulgaris.* — Alle Fig. in nat. Gr. — Fig. 1 nach Goebel, 3 nach Reinke, 4 u. 6 nach Hildebrand, 5 nach Lubbock, 2 u. 7 Original.

Ähnlich verhält es sich mit den Erscheinungen bei der Ausbildung des Embryos.

Das Studium der Jugendformen der Pflanzen nach dem Heraustreten derselben aus dem Samen oder der Spore liefert in vielen Fällen wertvolle

Ergebnisse, in anderen verläuft es resultatlos[38]). Dies richtet sich, wie schon erwähnt, danach, ob die erblich festgehaltenen Eigentümlichkeiten der Vorfahren in den ersten Stadien der Entwicklung Anpassungen sind oder nicht. Ersteres trifft beispielsweise dann zu, wenn die Fortentwicklung der ganzen Formenreihe gleichbedeutend ist mit einer zunehmenden Unabhängigkeit von dem befeuchteten Erdboden. Betrachten wir z. B. Pflanzen, welche jetzt in hohem Maße an die Entfaltung ihrer assimilierenden Sprosse in Luft von geringer Feuchtigkeit bei großer Lichtintensität angepaßt sind, jedoch von solchen abstammen, welche unter Verhältnissen mit größerer Luftfeuchtigkeit und geringerer Lichtintensität lebten und demgemäß jene Anpassungen nicht besaßen. Es wird hier ganz gut möglich sein, daß die Jugendformen, die nahe dem Boden oder im Schatten anderer Pflanzen, also unter weniger extremen Verhältnissen zur Entwicklung kommen, die Erstlingsblätter in der von den Vorfahren überkommenen Form ausbilden. Abb. 5, Fig. 1—7 zeigt eine Reihe solcher besonders instruktiver Fälle, ferner einen Fall *(Berberis)*, bei dem die späteren Blätter in Schutzmittel gegen Tierfraß umgebildet sind, während die ersten Blätter Assimilationsorgane sind. Instruktiv ist in Hinblick auf diese Fälle, daß Pflanzen, welche in allerextremster Weise an hohe Trockenheit und Lichtintensität angepaßt sind, bei denen also selbst die jüngsten Entwicklungsstadien schon diesbezügliche Anpassungen zeigen müssen, solche „atavistische" Jugendblätter nicht besitzen, so z. B. viele Kakteen (vgl. Abb. 6).

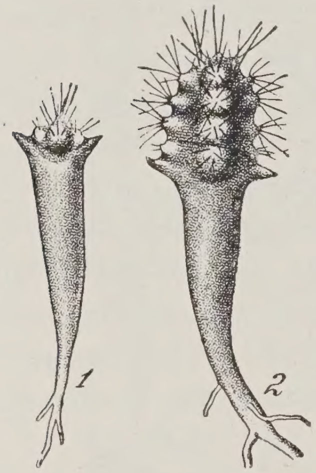


Abb. 6. Keimpflanzen von *Cereus* sp.; nat. Gr.

Auf analogen Ursachen beruht die Bedeutung des Studiums der Ontogenie für die phylogenetische Erkenntnis der niedrigsten Cormophyten. Die Fortentwicklung der Muscineen zu den Pteridophyten beruht auf einer zunehmenden Unabhängigkeit der die Assimilationsorgane tragenden Teile von der Gegenwart liquiden Wassers. Es ist darum von hohem Interesse, zu sehen, wie beispielsweise die ersten noch von der Gegenwart liquiden Wassers abhängenden Entwicklungsstadien eines Farnes in ihrem Gesamtaufbaue die Entwicklung weit vorgeschrittener, aber noch von der Gegenwart des Wassers in hohem Maße abhängiger Stadien von Muscineen wiederholen (Abb. 7).

Ein in neuerer Zeit mit Recht stärker gepflegter Zweig der Morphologie ist die experimentelle Morphologie[39]). Sie liefert nicht direkte systematische Ergebnisse, wohl aber wirft sie ein Licht auf die Bedingungen der morphologischen Gestaltung, welches ein tieferes Eindringen in das

---

[38]) Vgl. auch Goebel K., Über die Jugendzustände der Pflanzen. Flora, LXXII., 1889. — Diels L., Jugendformen und Blütenreife im Pflanzenreiche, 1906.

[39]) Vgl. Klebs G., Über künstliche Metamorphosen. Abh. d. naturf. Ges. in Halle, 1906 und die daselbst zitierte Literatur. — Goebel K., Einleitung in die experimentelle Morphologie, 1908.

Wesen morphologischer Verschiedenheiten gestattet. — Eine andere experimentelle Disziplin, welche sich in den letzten Jahrzehnten außerordentlicher Pflege erfreute, ist die experimentelle Vererbungslehre[40]). Jede Evolution beruht einerseits auf der Erhaltung der bereits erlangten Organisation durch Vererbung und anderseits auf der Möglichkeit, über den Rahmen der ererbten Organisation hinauszugehen. Eine vertiefte Erkenntnis der Vererbungserscheinungen muß daher von größter Bedeutung für die Beurteilung des Evolutionsphänomens und damit der phylogenetischen Systematik sein. In der Tat sind die Ergebnisse der experimentellen Ver-

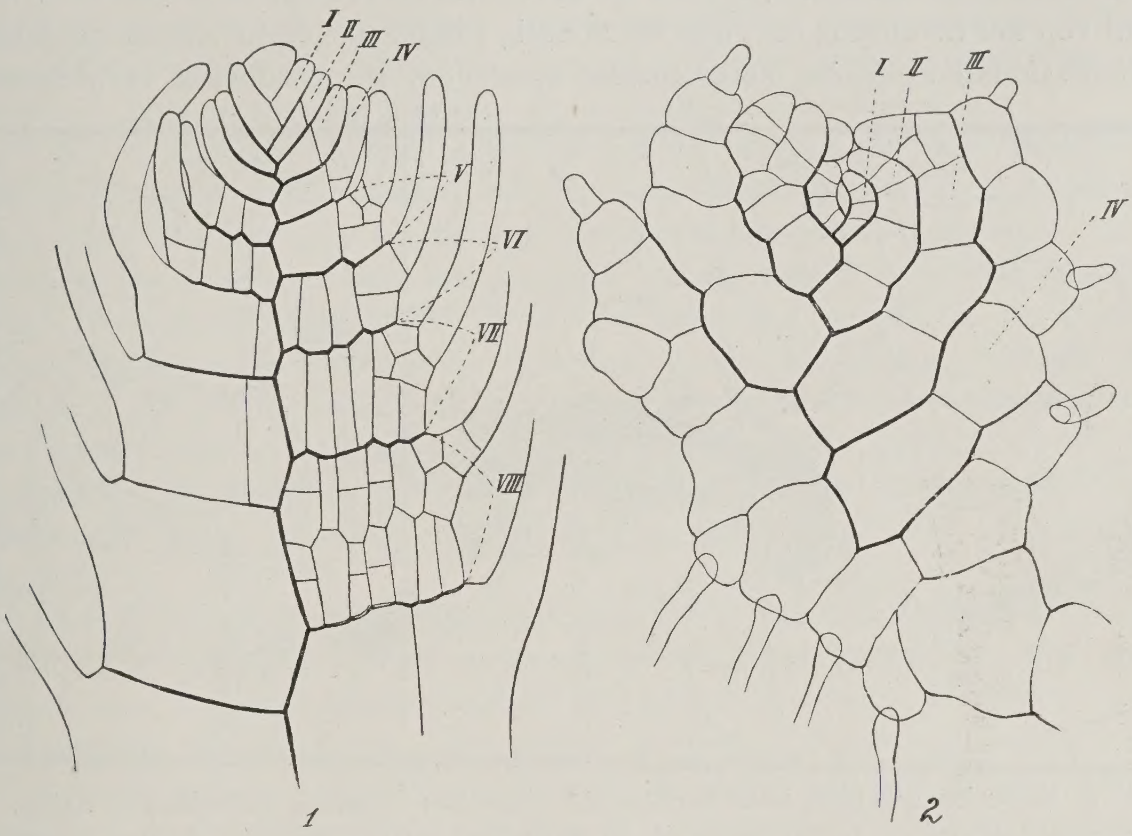


Abb. 7. Beispiel homologer Wachstumsvorgänge. — Fig. 1. Stämmchenspitze von *Fontinalis antipyretica* im optischen Längsschnitte. I, II, III—VIII durch Teilung der Scheitelzelle entstandene Segmente. — Fig. 2. Junges Prothallium von *Blechnum occidentale*, I—IV wie in Fig. 1. — Fig. 1 nach Leitgeb, 250fach vergr., Fig. 2 nach E. Lampa, 150fach vergr.

erbungslehre von größter Bedeutung. In einer Hinsicht verlangen aber ihre Ergebnisse kritische Verwertung. Bei fast allen biologischen Experimenten

[40]) Einige der wichtigsten Handbücher für diese Disziplin sind: Johannsen W., Elemente d. exakt. Erblichkeitslehre, 2. Aufl., 1913. — Correns K. u. Goldschmidt R., Die Vererb. und Best. d. Geschlechts, 1913. — Goldschmidt R., Einf. in d. Vererbungswissenschaft, 2. Aufl., 1913. — Haecker V., Allg. Vererbungsl., 2. Aufl., 1913. — Baur E., Einführung i. d. experim. Vererbungsl., 3. u. 4. Aufl., 1919. — Plate L., Vererbungslehre, 1913. — Bateson W., Mendels Princ. of Heredity, 3. impr., 1913. — Darbishire A. D., Breed. and the Mendel. Discovery, 1911. — Walter, Genetics. An Introduct. to the Study of Hered., 1913. — Morgan Th. H., The physic. basis of hered, 1919; deutsche Ausgabe von Nachtsheim, 1921.

ist das Resultat die Beantwortung einer schon in bestimmter Richtung gestellten Frage; eine Entscheidung bringt es daher zunächst nur für diese Frage. Wenn beispielsweise die Vererbungserscheinungen nur auf Grund von Kreuzungsversuchen studiert werden, so darf man sich nicht wundern, wenn das Ergebnis nur die Frage beantwortet, welche Rolle die Kreuzung bei der Evolution spielt.

Eine Methode der phylogenetischen Systematik, welche sich mit größerem Erfolge nur bezüglich der niedersten Einheiten des Systemes, der Arten, anwenden läßt, aber den großen Vorzug einer möglichst objektiven Betrachtungsweise darbietet, ist die geographisch-morphologische[41]). Sie geht von der Erfahrung aus, daß sehr häufig Pflanzenarten im Zusammenhange mit bestimmten äußeren Verhältnissen entstehen. Diese äußeren Verhältnisse,

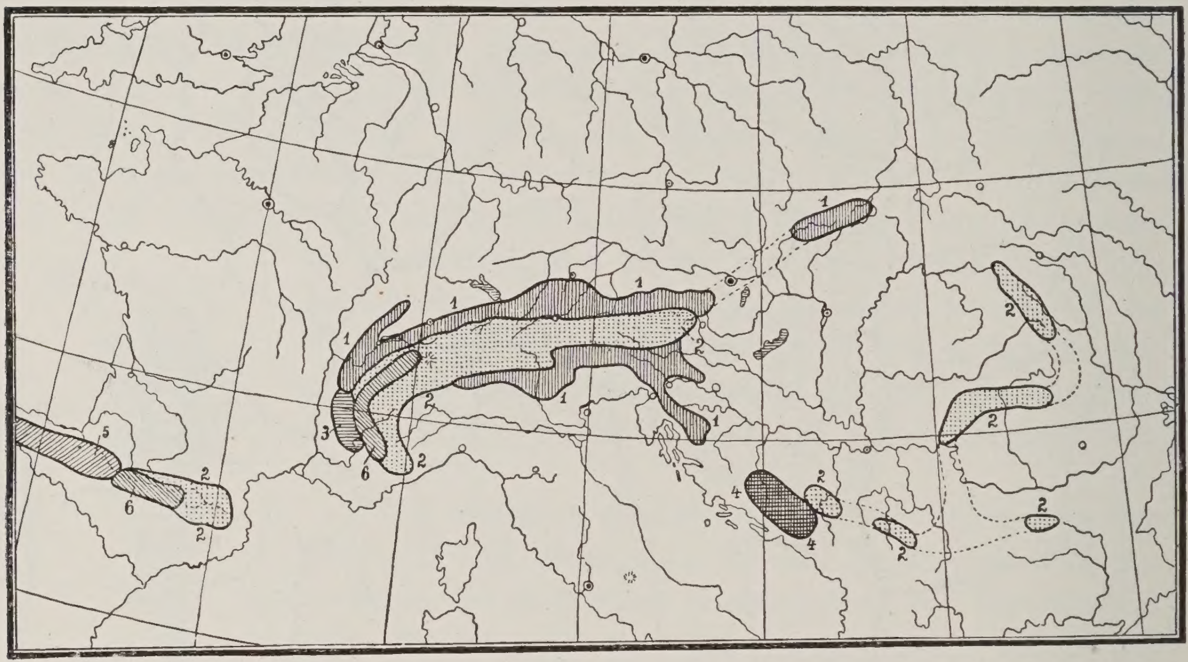


Abb. 8. Verbreitungsgebiete nahe verwandter, denselben Ursprung aufweisender Arten. — 1. *Gentiana Clusii*, 2. *G. Kochiana*, 3. *G. angustifolia*, 4. *G. dinarica*, 5. *G. occidentalis*, 6. *G. alpina*. — Nach Jakowatz.

nämlich Beschaffenheit des Klimas, des Bodens usw. sind in bestimmter räumlicher Weise auf der Erde angeordnet. Es ist daher schon im vorhinein zu erwarten, daß die in Anpassung an diese Verhältnisse entstandenen Arten analoge räumliche Verbreitung aufweisen und somit aus ihrer Verbreitung auf ihre Entstehung zurückschließen lassen. Diesbezügliche Untersuchungen haben in der Tat das Zutreffen dieser Voraussetzung ergeben. Es hat sich beispielsweise herausgestellt, daß Arten von gemeinsamem Ursprung, deren Entstehung in die jüngste Zeit fällt, sehr häufig aneinandergrenzende, aber einander ausschließende Areale bewohnen (vgl. Abb. 8), daß das Vorkommen in weit getrennten oder in demselben Areale auf geringere Verwandtschaft schließen läßt u. dgl.

---

[41]) Vgl. Wettstein R., Grundzüge der geographisch-morphologischen Methode der Pflanzensystematik, 1898.

Es kann daher durch Anwendung dieser Methode nicht nur eine Scheidung von Arten verschiedenen Alters vorgenommen werden, sondern es kann, wenn die Geschichte des Klimas der in Betracht kommenden Gebiete bekannt ist, auch der Entwicklungsgang vielfach mit großer Wahrscheinlichkeit verfolgt werden. Die bei jüngeren Artengruppen gewonnenen Resultate werden dann weiterhin auch unter günstigen Verhältnissen Gesichtspunkte für die Beurteilung des entwicklungsgeschichtlichen Zusammenhanges höherer systematischer Einheiten ergeben. Aus dem Gesagten geht schon hervor, daß diese Methode nur auf die Pflanzenwelt geologisch gut bekannter Gebiete Anwendung finden kann, in erster Linie auf die Pflanzenwelt der nördlich-extratropischen Gebiete, deren Tertiärflora einigermaßen bekannt ist, und für welche die Phänomene der posttertiären Eiszeiten eine biologisch wichtige Abgrenzung der jüngsten Entwicklungsepoche bilden.

Die Cytologie leistet insbesondere der Systematik der einfacheren Pflanzengruppen große Dienste; dies ist leicht verständlich, da hier die vergleichende Morphologie des Gesamtorganismus im Stiche läßt; doch haben cytologische Entdeckungen, insbesondere solche, welche die Fortpflanzungszellen betrafen, auch schon viel zur Vertiefung der Systematik der höheren Pflanzengruppen beigetragen[42]). Seit dem Nachweise, daß der in der Entwicklung der Pflanzenwelt eine so große Rolle spielende Generationswechsel mit dem Phasenwechsel, d. h. mit dem Wechsel einer haploiden und einer diploiden Entwicklungsphase zusammenhängt, sind cytologische Untersuchungen von geradezu entscheidender Bedeutung. (Vgl. das nächste Kapitel.)

Die Chemie dürfte berufen sein, der Systematik der Zukunft noch zahlreiche wertvolle Aufschlüsse zu geben; schon heute kennt man eine ganze Reihe von entwicklungsgeschichtlich zusammenhängenden Pflanzengruppen, für welche das konstante Vorkommen gewisser chemischer Verbindungen charakteristisch ist; ich verweise hier nur beispielsweise auf das Vorkommen von Myrosin bei den meisten Familien der *Rhoeadales*[43]), von Inulin bei den *Synandrae,* auf die Rolle, welche die Chemie in der Systematik der Flechten spielt[44]), auf das Vorkommen von Chitin im Zusammenhange mit systematischer Stellung[45]) u. dgl. m. Viel wichtiger wird es noch sein, wenn es gelingt, verschiedene, bei morphologisch ähnlichen Pflanzen vorkommende Verbindungen auf gemeinsame Stammsubstanzen zurückzuführen[46]).

[42]) Vgl. Lotsy J. P., Über den Einfluß der Cytologie auf die Systematik. Result. scientif. d. Congr. int. d. Bot. Vienne, 1905.

[43]) Guignard L., Recherches sur l. local. d. princ. etc. Journ. de Bot., 1893. — Schweidler J. H., Die syst. Bedeutg. d. Eiweiß- od. Myrosinzellen d. Cruciferen. Ber. d. deutsch. bot. Ges., 1905.

[44]) Vgl. z. B. Zopf W., Beiträge zu einer chem. Monogr. d. Cladoniaceen. Ber. d. deutsch. bot. Ges., Bd. XXVI, 1908.

[45]) Wettstein F., Das Vorkommen v. Chitin u. s. Verwertung als system.-phylog. Merkmal. Sitzgsber. Akad. Wien, 1921.

[46]) Vgl. Faltis F., Über die Gruppe der Opiumalkaloide usw., Pharm. Post, 1906. — Über die ganze Frage der Bedeutung der Chemie f. d. Systematik vgl. Molisch H., Mikrochemie der Pflanze, 2. Aufl., 1921, S. 7.

Eine prinzipiell überaus wichtige Methode der phylogenetischen Systematik hat in jüngster Zeit die physiologische Chemie[47]) geliefert durch den Nachweis spezifischer Reaktionen, welche aus Organismen stammende Eiweißstoffe im Tierserum hervorrufen. Es hat sich gezeigt, daß das Blutserum eines Tieres *a*, in dessen Blutbahn das Blut eines artfremden Tieres *b* gebracht wurde, nicht nur mit dem Blute des Tieres *b* charakteristische Niederschläge gibt, sondern auch mit dem Blute von Tieren, welche demselben systematisch nahe stehen. Analoges hat sich bei Versuchen ergeben, bei welchen an Stelle tierischen Blutes Pflanzen-Preßsäfte oder Filtrate verwendet wurden. Diese sero-diagnostische Methode, die schon zur Ausbildung einer Reihe von verschiedenen Anwendungen geführt hat, beruht auf der Überzeugung, daß die gegenseitige verwandtschaftliche Stellung, welche Organismen zueinander einnehmen, auch in der chemischen Verwandtschaft ihrer Eiweißsubstanzen zum Ausdrucke kommen muß. Die Methode hat schon überaus beachtenswerte Ergebnisse geliefert; wenn diese Ergebnisse sich noch nicht stets direkt systematisch verwerten lassen, so beruht dies zum Teil darauf, daß es sich nicht angeben läßt, ob die Substanzen, deren Gegenwart die Reaktionen anzeigen, gerade die charakteristischen und für die natürliche Verwandtschaft maßgebenden sind; auch bedarf die Methode noch in mehrfacher Hinsicht der Vertiefung.

Die Bedeutung des Generationswechsels für die phylogenetische Entwicklung des Pflanzenreiches. Seit der Entdeckung des Generationswechsels[48]) der Tiere durch Chamisso und der Erfassung der Bedeutung

[47]) Kowarski A., Über d. Nachw. v. pflanzl. Eiweiß. D. med. Wochenschr., XXVII., 1901. — Magnus W. und Friedenthal H., Ein experimenteller Nachweis natürl. Verw. bei Pflanzen. Ber. d. d. bot. Ges., Bd. XXIV, 1906 und die dort zit. Lit.; Über die Spezifität der Verwandtschaftsreaktion der Pflanzen, a. a. O., Bd. XXV, 1907. — Janchen E., Die Methoden d. biolog. Eiweißdifferenzierung usw. Mitt. d. Naturw. Verein an d. Univ. Wien, 1913. — Mez C. u. Gohlke K., Physiol.-syst. Unters. über die Verwandtschaft d. Angiosp. Beitr. z. Biol. d. Pfl., XII. Bd., 1914; Mez C. u. Lange L., Sero-diagnost. Unters. d. *Ranales*, a. a. O.; Mez C. u. Preuß A., Sero-diagnost. Unters. d. *Parietales*, a. a. O.; Mez C. u. Kirstein K., Sero-diagnost. Unters. üb. Gymnosp., a. a. O., XIV. Bd., 1920. — Preuß A., Sero-diagnost. Unters. d. *Parietales*. A. o. O., Bd. XIII, 1917. — Koketsu R., Sero-diagn. Unters. an Gymnospermen. Tokyo Botan. Mag., XXXI, 1917.. — Arbeiten von Malligson F., Hoeffgen F. und Alexnat W. in Bot. Archiv, 1922.

[48]) Wichtigste Literatur: Hofmeister W., Vergl. Unters. über Keimung u. Fruchtbildung höherer Kryptog. usw., 1851. — Čelakovský L., Über d. verschied. Formen u. d. Bed. d. Gen.-W. Sitzb. böhm. Ges. d. Wiss., 1874. — Strasburger E., Über period. Redukt. d. Chromosomenzahl im Entw. d. Org. Biol. Centralbl., 1894. — Lotsy J. P., Die x-Generat. u. d. 2x-Generat. Biol. Centralbl., 1908. — Bower F. O., On antithet. as dist. from homol. altern. of gen. in plants. Ann. of Bot., IV, 1889/91. — Kylin H., Die Entwicklungsgesch. u. syst. Stellung v. *Bonnemaisonia*, Zeitschr. f. Bot., VIII., 1916. — Renner O., Zur Terminol. der pflanzl. Gen.-W. Biol. Centralbl., XXXVI., 1916. — Buder J., Zur Frage der Gen.-W. im Pflanzenreiche., Ber. d. deutsch. bot. Ges., XXXIV., 1916. — Goeldi E. A. u. Fischer E., Gen.-Wechs. im Tier- u. Pflanzenr., 1916. — Tischler G., Neuere Arb. üb. d. Gen.-W. Zeitschr. f. Bot., IX., 1917. — Meyer F. I., Der Gen.-Wechs. als Wechs. versch. Morph. Ber. d. deutsch. bot. Ges., XXXIII., 1918. — Svedelius N., Ein. Bem. üb. Gen.-W. und Redukt.-Teilg. Ber. d. deutsch. bot. Ges., XXXIX., 1921.

desselben für die Pflanzenwelt durch Hofmeister fand das Generationswechsel-Phänomen lebhaftes Interesse. Schon in den früheren Auflagen dieses Handbuches wurde auf den Generationswechsel der Rhodophyten und der Euthallophyten hingewiesen und seine Bedeutung für die ganze Entwicklung der Cormophyten eingehend gewürdigt. Seit dem Erscheinen der zweiten Auflage haben sich die einschlägigen Kenntnisse so erweitert und vertieft, daß man heute geradezu sagen kann, daß die Klärung des Generationswechsel-Phänomens einen guten Teil der Klarstellung der Phylogenie des Pflanzenreiches einschließt. Darum sei hier eine kurze Besprechung des ganzen Phänomens eingeschaltet.

Unter Generationswechsel versteht man ganz im allgemeinen[49]) „jeden Wechsel zwischen einer geschlechtlichen Generation und einer oder mehreren ungeschlechtlichen Generationen, gleichgültig ob die ungeschlechtliche Vermehrung durch ungeschlechtliche Einzelzellen, unbefruchtete Eier oder vielzellige vegetative Fortpflanzungskörper erfolgt, gleichgültig auch, ob die sich verschieden vermehrenden Generationen morphologisch verschieden sind oder nicht". „Generation" nennen wir dabei einen Entwicklungsabschnitt, der mit einem bestimmten Keimzellentypus beginnt und mit der Erzeugung eines anderen bestimmten Keimzellentypus abschließt. Nicht die Keimzelle selbst repräsentiert die Generation, sondern es muß ein, wenn auch noch so unbedeutender vegetativer Entwicklungsabschnitt aus ihr hervorgehen, bevor es zur Bildung der neuen Keimzellen kommt.

Aus der Definition geht schon hervor, daß Generationswechsel nur bei Organismen mit sexueller Fortpflanzung vorkommen kann.

Jede sexuelle Fortpflanzung ist charakterisiert durch den Zusammentritt zweier Kerne, also durch die Vereinigung von Substanzen, die zum Wesen dieser Kerne gehören. Den sichtbaren Ausdruck findet dies in der Vereinigung jener Substanz, die wir Chromatin nennen. Da aller Erfahrung nach eine bestimmte Menge dieser Substanz für jeden Organismus charakteristisch ist („Zahlengesetz der Chromosomen"), setzt jede sexuelle Fortpflanzung die Möglichkeit der Reduktion der Chromatinmenge auf die Hälfte in den zur Vereinigung kommenden Kernen vor dieser Vereinigung voraus. Diese Reduktion erfolgt, wie wir wissen, auf dem Wege der Reduktionsteilung. Diese kann unmittelbar vor der Vereinigung der beiden Sexualkerne stattfinden oder schon früher, im äußersten Falle schon unmittelbar nach der vorausgegangenen Vereinigung. Wir nennen nach Lotsy die Zelle, in welcher die Reduktionsteilung vor sich geht, Gonotokont.

Das Verhalten der Kerne bei einem Befruchtungsvorgange in dem denkbar einfachsten Falle wird durch das nachstehende Schema (Abb. 9)[50]) veranschaulicht.

Es spielt sich demnach das Leben eines solchen Organismus mit sexueller

[49]) Vgl. Hartmann M., Der Gen.-W. der Protisten u. sein Zusammenh. mit dem Reduktions- u. Befruchtungsproblem. Verh. d. deutsch. zool. Ges., 1914.

[50]) In dem Schema ist durch einen Punkt im Kerne die einfache, durch zwei Punkte die doppelte Chromatinmenge angedeutet.

Fortpflanzung in zwei Phasen ab; die eine ist charakterisiert durch Kerne mit der einfachen Chromatinmenge (bezw. Chromosomenzahl), es ist dies die Haplophase oder haploide Phase; die andere besitzt in den Kernen die doppelte Chromatinmenge, wir nennen sie die diploide Phase oder Diplophase. Bei jeder sexuellen Fortpflanzung muß ein Wechsel dieser Phasen, der Phasenwechsel, eintreten. Da die Fortpflanzung in der

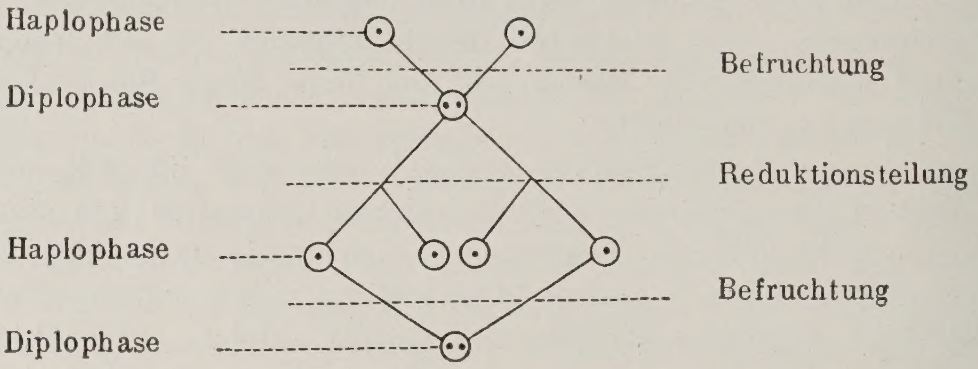


Abb. 9. Schematische Darstellung der Zellkerne eines einfachen Organismus mit Phasenwechsel.

Regel erst nach einem mehr oder minger langen vegetativen Leben eintritt, ist es ganz verständlich, daß zumeist diese Phasen nicht durch je eine Zelle oder Zellengeneration repräsentiert sind, sondern daß eine Vermehrung dieser Zellen eintritt, mögen sie einzeln lebend bleiben oder sich zu Geweben verbinden. Da ergeben sich nun zunächst zwei Möglichkeiten: Ent-

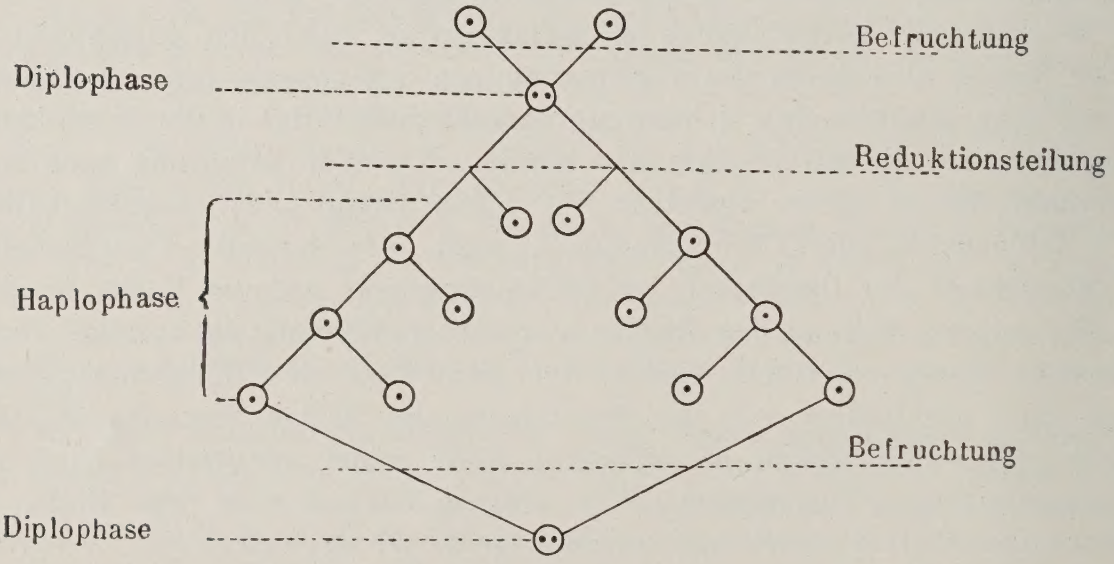


Abb. 10. Schematische Darstellung des Phasenwechsels bei einem Haplobionten.

weder gehören die vegetativen Zellen der haploiden Phase an, d. h. sie gehen aus der Teilung der haploiden Zellen hervor, dann entsteht ein Organismus, dessen vegetative Zellen haploid sind, ein Haplobiont. Abb. 10 illustriert diesen Fall.

Oder die vegetativen Zellen gehen aus den diploiden Zellen hervor, es entsteht ein Organismus, dessen vegetative Zellen diploid sind, ein Diplo-

biont. (Vgl. Abb. 11.) Beide Fälle sind unter den Organismen realisiert. Sie sind an einer Eigentümlichkeit kenntlich: bei den Haplobionten folgt die

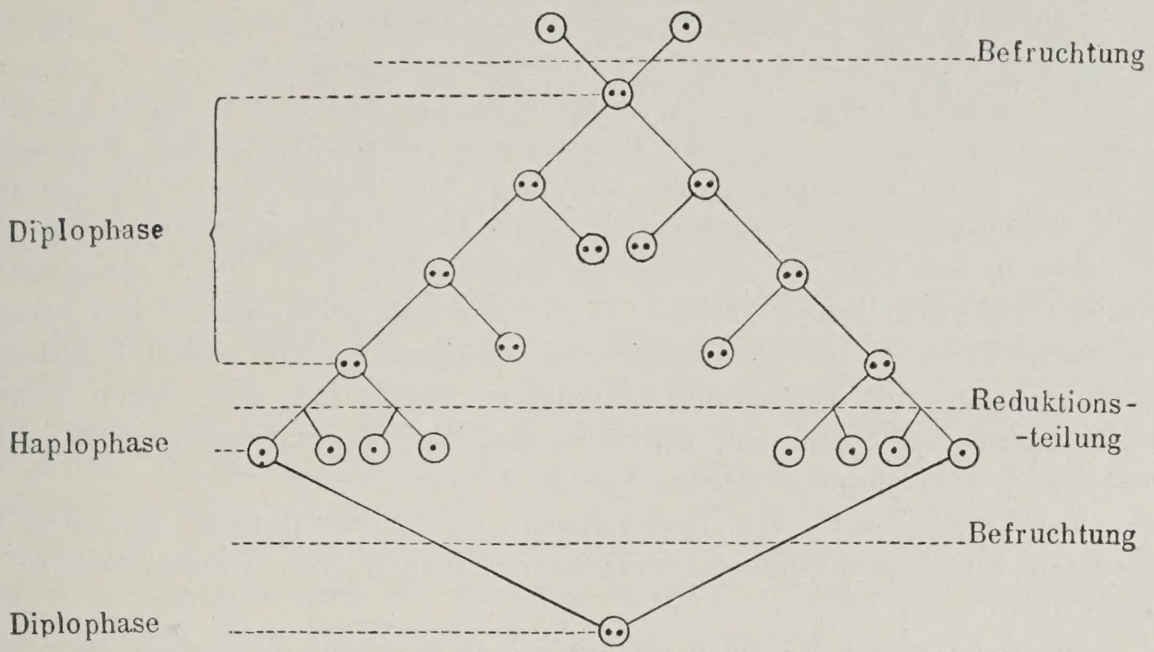


Abb. 11. Schematische Darstellung des Phasenwechsels bei einem Diplobionten.

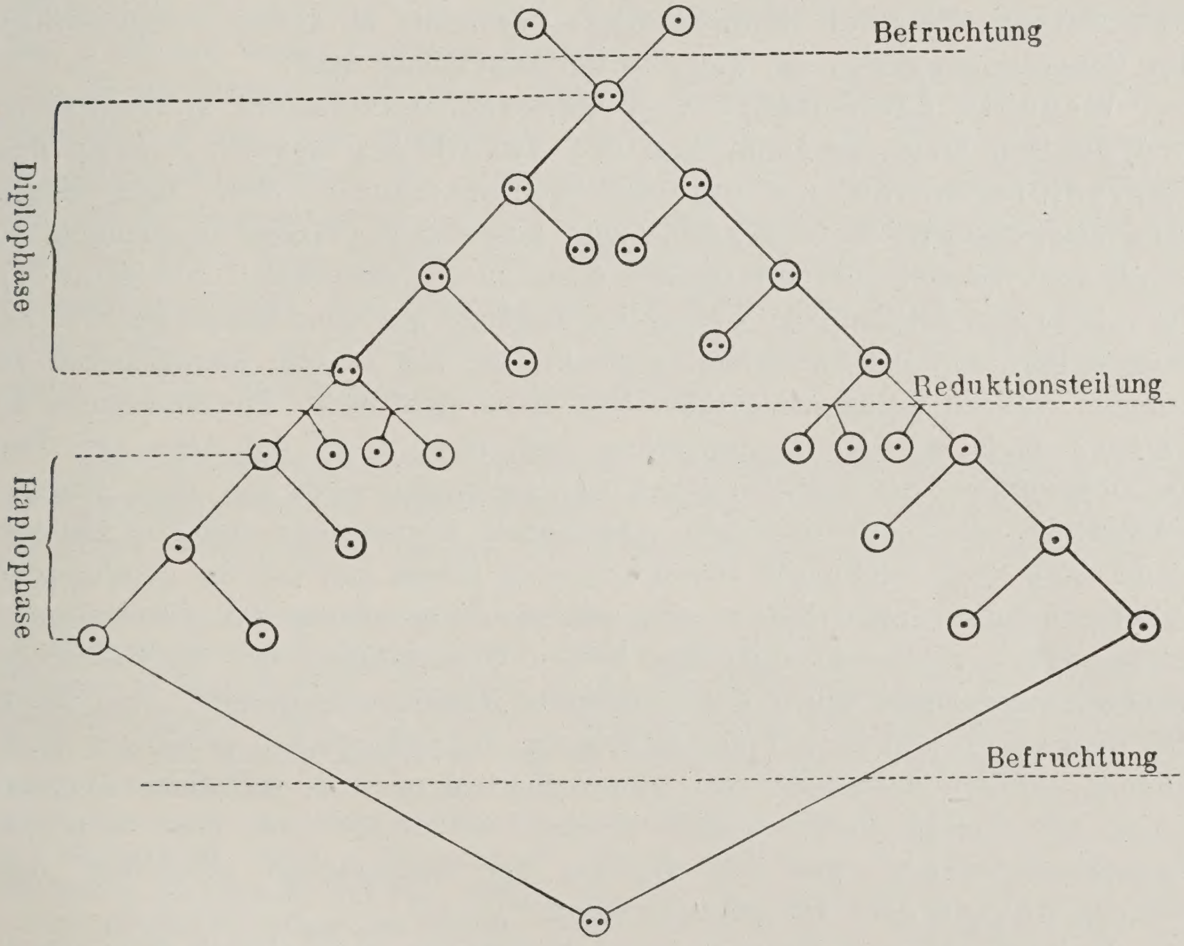


Abb. 12. Schematische Darstellung des Phasenwechsels bei einem Haplodiplobionten.

Reduktionsteilung unmittelbar auf die Kernverschmelzung (der Zygotenbildung), bei den Diplobionten geht sie dieser voraus.

Es existiert aber noch eine dritte Möglichkeit: es können nämlich vegetative Stadien sowohl durch Teilung der haploiden, wie durch Teilung der diploiden Zellen entstehen. Abb. 12 erläutert diesen Fall, den des Haplodiplobionten.

Ein Vergleich der Abb. 10, 11 und 12 zeigt, daß dieser Typus — theoretisch wenigstens — auf sehr verschiedene Weise entstanden sein kann, entweder durch Einschaltung des diploiden vegetativen Abschnittes in den Entwicklungsgang des Haplobionten, durch Einschaltung des haploiden Abschnittes in den Entwicklungsgang des Diplobionten oder durch gleichzeitige Weiterentwicklung beider Phasen. Es sei aber hier schon darauf aufmerksam gemacht, daß auch der umgekehrte Weg möglich ist, daß durch Reduktion, bezw. Ausfall des vegetativen haploiden Abschnittes aus einem Haplodiplobionten ein Diplobiont, durch Ausfall des vegetativen diploiden Abschnittes ein Haplobiont werden kann.

Der Typus der Haplodiplobionten ist für die Botanik von ganz besonderem Interesse durch seine Verbindung mit dem Generationswechsel-Phänomen.

An und für sich können verschiedene Generationen innerhalb derselben Phase auftreten; ein solcher Generationswechsel wird ein homologer Generationswechsel (Homogenese) genannt; so findet beispielsweise der Generationswechsel der Tiere in der Diplophase statt.

Wenn in der Botanik von Generationswechsel schlechtweg gesprochen wird, so meint man die Ausbildung beider Phasen des Haplodiplobionten zu eigenen Generationen. Will man diesen Generationswechsel im Gegensatze zum homologen präziser bezeichnen, so nennt man ihn den antithetischen Generationswechsel (Antigenese). Da mithin der antithetische Generationswechsel mit dem Phasenwechsel zusammenfällt, hat man mehrfach geglaubt, ihn mit diesem identifizieren zu können, was zu Irrtümern geführt hat, denn nicht jeder Phasenwechsel ist zugleich auch ein Generationswechsel (vgl. Abb. 9—11 mit Abb. 12). Das Zusammenfallen des antithetischen Generationswechsels mit dem Phasenwechsel hat die methodisch sehr erwünschte Konsequenz, daß die Generationen sich auch cytologisch charakterisieren lassen und daß die cytologische Untersuchung in allen Fällen eine scharfe Umgrenzung der Generationen zuläßt. Für die Bezeichnung der beiden Generationen des antithetischen Generationswechsels haben sich bestimmte Namen eingebürgert. Man nennt die Generation, welche mit der Erzeugung ungeschlechtlich gebildeter Fortpflanzungszellen abschließt, den Sporophyten oder — weil diese Generation nur diploide Zellen umfaßt — die 2x-Generation; man nennt die Generation, welche mit der Bildung der Sexualzellen abschließt, den Gametophyten oder die x-Generation[50a]).

In bezug auf den Phasenwechsel besteht ein wesentlicher Unterschied zwischen Pflanze und Tier. Alle Tiere sind, mit den einfachsten, sexuelle

[50a]) Gravis A. schlägt (1922) hiefür die Bezeichnungen „Sporophor“ und „Gametophor“ vor.

Fortpflanzung aufweisenden Formen beginnend, Diplobionten. Die einfachsten Pflanzen sind durchwegs Haplobionten; in den meisten Pflanzenstämmen läßt sich aber die zunehmende Entwicklung der diploiden Phase verfolgen, bis schließlich die höchst entwickelten Pflanzen auch Diplobionten sind. Diese allmähliche Umprägung der Haplobionten zu Diplobionten vollzog sich aber auf dem Wege des Generationswechsels und darin ist die große Bedeutung der Klarstellung des Generationswechsels für die phylogenetische Systematik begründet.

Die Tatsache, daß im Tierreiche die Entwicklung sofort zur Förderung der Diplophase führte, daß im Pflanzenreiche in den meisten Stämmen die Entwicklung auch zur weiteren Ausbildung, schließlich zum Überwiegen der Diplophase führte, legt den Gedanken nahe, daß die Diplophase eine besondere Bedeutung für das Leben des Organismus besitzt. Ohne diese theoretische Frage hier weiter behandeln zu wollen, sei erwähnt, daß Svedelius in der Ausbildung der Diplophase die Möglichkeit der Vermehrung der Genenkombinationen als Ausgangspunkte für Neubildung von Biotypen sieht, daß ich, ohne die Bedeutung dieser Möglichkeit gering zu schätzen, in der Ausbildung der Diplophase auch die Erhöhung der Möglichkeit der Beeinflussung des Organismus durch Außeneinwirkungen sehe, die gleichfalls das Auftreten neuer Biotypen herbeiführt.

Diese letztere Auffassung steht im Einklange damit, daß — wie im speziellen Teile noch ausgeführt werden soll — der Generationswechsel der Pflanzen mehrfach zu Anpassungen an neue Medien dadurch geführt hat, daß die beiden Generationen sich zunächst verschiedenen Medien anpaßten und daß durch Verschiebung des Anteiles der beiden Generationen an der Gesamtentwicklung des Organismus der allmähliche Übergang von einer Lebensweise zu einer anderen mit all den morphologischen Konsequenzen eines solchen Überganges ermöglicht wurde.

Die Entstehung neuer Formen im Pflanzenreiche als Voraussetzung der phylogenetischen Entwicklung[51]). Schon früher wurde auf die große Änderung hingewiesen, welche die naturwissenschaftlichen Anschauungen

[51]) Wichtigste Literatur mit Hinweglassung der an andren eStellen dieses Abschnittes zitierten: E. Geoffroy Saint-Hilaire, Philosophie zoologique, 1830. — Spencer H., Principles of Biology, 1863. — Haeckel E., Generelle Morphologie, 1866; Nat. Schöpfungsgeschichte, 2. Aufl., 1872. — KöllikerA., Anatom.-system. Beschreibung der Alcyonarien, 1872. — Roux W., Der Kampf der Teile im Organismus, 1881. — Romanes P. S., Physiologische Selektion, 1887; Darwin and after Darwin, deutsch von B. Vetter u. B. Nöldecke, 1892—97. — Eimer Th., Die Entstehung der Arten, 1888. — Wallace A. R., Darwinisme, 1889. — Wagner M., Die Entstehung von Arten durch räumliche Sonderung. Gesammelte Aufsätze, 1889. — Haacke W., Gestaltung und Vererbung, 1893. — Kassowitz M., Allgemeine Biologie, 1899. — Weismann A., Vorlesungen über Deszendenztheorie. 3. Aufl., 1913. — Plate L., Selektionsprinzip und Probleme der Artbildung. 4. Aufl., 1913. — Lotsy J. P., Vorlesungen über Deszendenztheorien mit bes. Berücks. d. bot. Seite, 2 Bde., 1906 u. 1908; Evolution by means of hybridisation, 1916. — Lehmann E., Lotsys Anschauungen üb. d. Entw. d. Deszendenzged. Zeitschr. f. indust. Abst.-Lehre, XI,, 1913. — Hertwig O., Das Werden der Organismen. 2. Aufl., 1918.

im Laufe des 19. Jahrhunderts erfahren haben und welche insbesondere auf das Auftreten und Durchdringen deszendenztheoretischer Ideen zurückzuführen ist. Anfänge deszendenztheoretischer Anschauungsweise lassen sich ja schon viel früher nachweisen; es bedurfte aber doch des zielbewußten und konsequenten Auftretens einiger Forscher, unter denen in erster Linie Jean Bapt. de Lamarck (1744—1829) und Etienne Geoffroy Saint-Hilaire (1772—1844) zu nennen sind, um derselben allgemeinere Geltung zu verschaffen. Die Überzeugung von der Richtigkeit der deszendenztheoretischen Auffassung mußte zu dem Versuche führen, die Möglichkeit der Neubildung von Formen, speziell die Neubildung von Arten zu erklären. Auf der anderen Seite mußte die Möglichkeit einer solchen Erklärung eine starke Stütze für die Abstammungslehre selbst bieten. Der Sieg der deszendenztheoretischen Ideen war daher ein vollständiger, als um die Mitte des 19. Jahrhunderts Charles Darwin[52]) mit einer Theorie hervortrat, welche in überaus einfacher und klarer Weise das Phänomen der Entstehung neuer Arten zu erklären schien. In dem seither verflossenen Zeitraume hat diese Theorie, der Darwinismus, sich nicht als ausreichend erwiesen, und es ist vielfach das Bestreben hervorgetreten, denselben durch andere Theorien zu ersetzen oder wenigstens zu ergänzen; das Schicksal des Darwinismus hat aber auf das Geschick der Deszendenztheorie keinen Einfluß; diese beherrscht mit Recht die gesamte Biologie. Charles Darwin gebührt auf alle Fälle das Verdienst, ganz wesentlich zu den Erfolgen der Deszendenzlehre beigetragen zu haben.

Da jede phylogenetische Auffassung des Pflanzensystemes die Möglichkeit der Neubildung von Arten in der Vergangenheit und Gegenwart voraussetzt, mag hier in Kürze der Versuch gemacht werden, die Entwicklung und den gegenwärtigen Stand unserer einschlägigen Kenntnisse darzulegen[53]).

Einleitend sei hier bemerkt, daß, wenn im folgenden von „neuen Formen“ gesprochen wird, damit nicht Typen von bestimmter systematischer Wertigkeit gemeint sind, sondern ganz im allgemeinen Organismen mit neuen, bei den Vorfahren noch nicht dagewesenen, morphologischen oder physiologischen Organisationseigentümlichkeiten. Den gebräuchlichen Ausdruck „Entstehung neuer Arten“ will ich, weil leicht irreführend, vermeiden.

Die Zahl der Theorien, welche den Versuch machen, die Entstehung neuer Formen zu erklären, ist nicht klein; es können hier nur die wichtigsten in Betracht gezogen werden. Wir können diese Lehren im allgemeinen in zwei Gruppen teilen, in solche, welche dem pflanzlichen Organismus selbst die Fähigkeit zuschreiben, in dem Sinne auf die Einflüsse um-

[52]) On the origin of species by means of natural selection. 1859. — Die Entstehung der Arten durch natürliche Zuchtwahl; deutsch von Bronn und Carus. — Vgl. auch Darwin Ch., Die Fundamente zur Entstehung der Arten, 1842 u. 1844, herausg. v. F. Darwin, deutsch von M. Semon, 1911.

[53]) Vgl. auch Wettstein R. v., Der gegenwärtige Stand unserer Kenntnisse betreffend die Neubildung von Formen im Pflanzenreiche, Ber. d. deutsch. bot. Ges., 1900; Der Neo-Lamarckismus u. seine Beziehungen zum Darwinismus, Jena 1903; Charles Darwin, Festrede, Verh. d. zool.-bot. Ges. Wien, 1909.

gebender Faktoren zu reagieren, daß er Änderungen seiner Organisation erfährt, und in solche, welche die Selektion als dasjenige betrachten, was aus zufälligen Änderungen das Zweckentsprechendste zur Erhaltung bringt. Unter Selektion oder Zuchtwahl versteht man dabei die Auslese der am passendsten organisierten Individuen entweder durch den Züchter (künstliche Zuchtwahl) oder durch den Kampf ums Dasein in der Natur, welcher den Untergang oder wenigstens eine Hemmung der unpassend organisierten und eine Förderung des Passenden bewirkt (natürliche Zuchtwahl).

Lehren der ersteren Art gehen auf J. Lamarck zurück, der in seiner 1809 erschienenen „Philosophie zoologique" den Gedanken aussprach, daß die funktionsgemäße[54]) Ausbildung der Organe auf Gebrauch und Nichtgebrauch derselben und auf erbliche Festhaltung der so erworbenen Eigenschaften zurückzuführen ist. Wir bezeichnen infolgedessen alle Ideen betreffend die Formenneubildung, welche dem Organismus selbst die Fähigkeit zuschreiben, mit Organisationsänderungen auf Außeneinwirkungen zu reagieren, als „lamarckistische" und die Lehre selbst als Lamarckismus. Unter den Botanikern hat insbesondere C. v. Naegeli[55]) lamarckistische Ideen zuerst mit besonderem Nachdrucke vertreten, indem er für einen Teil der morphologischen und physiologischen Eigentümlichkeiten der Organismen, für die sogenannten Anpassungsmerkmale, seine „Theorie der direkten Bewirkung" aufstellte, nach der die Einflüsse der Umgebung analog wie Reize wirken, welche die Veränderung hervorrufen. Der heutige „Lamarckismus" wird, da er von den Anschauungen seines Begründers doch in wesentlichen Momenten abweicht, häufig als „Neo-Lamarckismus" bezeichnet. Unter den Neo-Lamarckisten der Gegenwart können wir wieder zwei Gruppen unterscheiden, die eine versucht die Erscheinung der Organisationsänderung physiologisch zu erklären, die andere erkennt in ihr die Äußerung psychischer Kräfte[56]) (Psycholamarckismus).

Lehren, welche anknüpfend an die Anschauungen Darwins in der Selektion, der Zuchtwahl, insoferne einen wesentlichen Faktor bei der Formneubildung erblicken, als sie von zufällig auftretenden Abänderungen die funktionsgemäßen fördert, werden als „darwinistische" bezeichnet. Darwinistische Lehren gibt es in größerer Zahl als lamarckistische; sie unterscheiden sich insbesondere in der Beurteilung des Wesens und der Größe der Variationen, welche der Selektion das Eingreifen ermöglichen. Darwin selbst nahm vorwiegend[57]) kleine, auf verschiedene Ursachen zurückzu-

---

[54]) Ich gebrauche den Ausdruck „funktionsgemäß" an Stelle des üblichen, aber irrtümliche Auffassungen zulassenden Ausdruckes „zweckmäßig".

[55]) Mechanisch-physiologische Theorie der Abstammungslehre, 1884. — Vgl. auch Semon R., Die Mneme, 2. Aufl., 1908.

[56]) Pauly A., Darwinismus und Lamarckismus, 1905. — France R., Das Leben der Pflanze. I. u. II., 1906 u. 1907. — Schneider K. C., Vers. einer Begründung der Deszendenztheorie, 1908. — Wagner A., Geschichte des Lamarckismus, 1909.

[57]) Jedoch sei hier ausdrücklich betont, daß Darwin nicht ausschließlich auf diese fluktuierende Variation sich stützte, sondern daneben auch der direkten Bewirkung, der Mutation und der Kreuzung einen, wenn auch geringeren, Spielraum einräumte.

führende individuelle Variationen als Ausgangspunkt der Neubildung an; günstige derartige Variationen fördern die betreffenden Individuen im Kampfe ums Dasein; dieselben vererben diese Eigenschaften auf ihre Nachkommen, und so führt die Summierung günstiger kleiner Abweichungen bei andauernder Selektion zur Erwerbung eines wesentlich neuen und dabei zweckmäßigen Merkmales (Selektionstheorie).

A. Kerner[58]) und zum Teil auch A. Weismann[59]), insbesondere aber in neuerer Zeit Lotsy[60]) sahen nicht in zufälligen, auf verschiedene Ursachen zurückführbaren Variationen den Ausgangspunkt für die Neubildung von Arten, sondern sie erblickten in dem Auftreten dieser Variationen die Wirkung eines ganz bestimmten, bei den meisten Organismen gesetzmäßig sich abspielenden Vorganges, nämlich der Kreuzung infolge der geschlechtlichen Fortpflanzung. Die Kreuzung bewirkt durch Mischung von verschiedenen Anlagen die Mischung der Eigentümlichkeiten verschiedener Individuen und hat die bekannte Erscheinung, daß Nachkommen keinem der elterlichen Individuen ganz gleichen, zur Folge. Diese kleinen Abweichungen können zur Neubildung von Formen führen (Vermischungstheorie).

Eine wesentlich andere Lehre wurde durch A. Kölliker begründet und auf botanischem Gebiete insbesondere durch S. Korschinsky[61]) und H. de Vries[62]) vertreten. Hiernach sind die individuellen Variationen verschiedener Art: fluktuierende Abänderungen („fluktuierende oder kontinuierliche Variationen"), die nicht vererbbar sind, ferner plötzlich, sprungweise auftretende Abänderungen, welche in hohem Maße erblich festgehalten werden („spontane, diskontinuierliche Variationen, singles variations, Mutationen") und nicht erst im Laufe der Generationen durch allmähliche Verstärkung der Abweichung zu einer neuen Form führen, sondern sofort eine solche liefern (Artbildung durch Heterogenesis, Mutationstheorie). Insoferne die beiden eben erwähnten Theorien der Selektion eine geringere, nicht bewirkende, sondern nur regulierende Rolle zuschreiben, bedeuten sie eine wesentliche Modifikation des Darwinismus.

Die Mutationstheorie stützt sich auf zahlreiche Beobachtungen und insbesondere auf umfassende Versuche, welche H. de Vries mit *Oenothera Lamarckiana* ausführte (vgl. Abb. 13 u. 14). Ihr Verdienst ist das scharfe Unterscheiden zwischen den fluktuierenden Variationen und den Mutationen. Beide Tatsachen machen den Erfolg dieser Lehre verständlich.

---

[58]) Können aus Bastarden Arten werden? Österr. bot. Zeitschr., 1871. — Pflanzenleben, II. Bd., 1891.

[59]) Die Bedeutung der sexuellen Fortpflanzung für die Selektionstheorie, 1886. — Amphimixis, 1891.

[60]) Fortschritte unserer Anschauungen über Deszendenz seit Darwin usw. Progr. rei. bot., IV. Bd., 1913; La theorie du croisement. Arch. Neerl. d. sc. exacts., III. B. Tom. II., 1914; Evolution by means of hybrid., 1916.

[61]) Heterogenesis und Evolution. Naturw. Wochenschr., 1899; Flora, 1901, Erg.-Bd.

[62]) Die Mutationstheorie, 1901—1903; Arten und Varietäten und ihre Entstehung durch Mutation; deutsch von Klebahn, 1906; Die Mutationen in d. Erblichkeitslehre, 1912; Gruppenweise Artbildung, 1913.

Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.

Abb. 13. *Oenothera Lamarckiana* (Fig. 1) und zwei in den Kulturen von H. de Vries aufgetretene „Mutationen“ derselben: *Oenothera gigas* (Fig. 2) und *Oenothera albida* (Fig. 3). — Verkl. — Nach H. de Vries.

Es fragt sich nun, welche dieser Theorien als die zutreffendste zu bezeichnen ist, und da ist sofort darauf hinzuweisen, daß immer mehr die Überzeugung sich Bahn bricht, daß Neubildung auf recht verschiedenem Wege zustande kommen kann.

Fig. 14. Auftreten einer „Mutation“ (*Oenothera albida*) in einem Saatbeete von *Oenothera Lamarckiana*. Die drei durch die lichte Färbung auffallenden Pflanzen gehören der *Oe. albida* an. — Verkl. — Nach H. de Vries.

Inwieferne die einzelnen Theorien als zutreffend bezeichnet werden können, mag die folgende Darlegung ergeben.

Vor allem muß festgestellt werden, worin das zu klärende Problem besteht. All das, was wir an einem Organismus an „Merkmalen", „Eigenschaften" usw. beobachten können, beruht auf seinem Anlagenkomplex, dem Genotypus (vgl. S. 16), dessen Einheiten wir als Gene bezeichnen, ohne damit etwas über ihre Natur in chemischer und physikalischer Hinsicht aussagen zu können. Jede Entstehung einer neuen Organismenform, eines neuen Biotypus, setzt daher eine Änderung der genotypischen Konstitution voraus. Wie können wir uns eine solche Änderung auf Grund der Beobachtungstatsachen vorstellen?

Um der Beantwortung dieser Frage näher treten zu können, ist es zweckmäßig, zu beachten, daß die den Organismen zukommenden — Äußerungen ihrer genotypischen Konstitution darstellenden — Eigenschaften von zweierlei Art sind. Es finden sich Eigentümlichkeiten, welche mit den Lebensbedingungen, unter denen der Organismus lebt, in keine direkte Beziehung zu bringen sind, uns nicht als Ausdruck einer sog. Anpassung erscheinen, aber von großer erblicher Konstanz sind, wir nennen sie Organisationsmerkmale. Daneben gibt es Merkmale, deren Zusammenhang mit dem Angepaßtsein an bestimmte Faktoren auffällt und die wir Anpassungsmerkmale nennen. Wenn wir eine Pflanze in eine Familie oder Gattung einreihen, so sagen wir damit, daß ihre Organisation ein Anzahl bestimmter Merkmale aufweist, deren Zusammenhang mit irgend einer Anpassung sich durchaus nicht beweisen läßt; wenn wir dagegen die Arten einer Gattung miteinander vergleichen, so treten uns sehr häufig Merkmale entgegen, die deutlich in einem Zusammenhange mit den Außenbedingungen, unter denen die Art lebt, stehen: die eine Art ist eine Schattenpflanze, die zweite bewohnt offene Standorte, eine dritte findet sich auf einer alpinen Matte usf. Im allgemeinen gewinnen wir den Eindruck, daß Organisationsmerkmale ältere, Anpassungsmerkmale jüngere Erwerbungen sind, ohne damit die Möglichkeit ausschließen zu wollen, daß erstere neu erworben werden oder daß letztere der ganzen Organisation ihr Gepräge verleihen.

Ein einfaches Beispiel dürfte die beiden Kategorien erläutern. Betrachten wir die Pflanzen einer hochalpinen Wiese, also eines Standortes mit ganz bestimmten ökologischen Faktoren, so finden wir unter den Angiospermen solche mit zwei-, drei- und fünfzähligen Blüten, mit opponierten und alternierenden Laubblättern, mit vierkantigen und stielrunden Stengeln, mit kollateralen und bikollateralen Gefäßbündeln in denselben usw. Alle die genannten Merkmale haben offenbar mit Anpassungen an die Lebensweise unter den auf einer hochalpinen Wiese gegebenen Verhältnissen nichts zu tun; sie sind dabei von großer Konstanz, sie bestimmen uns dazu, die betreffenden Pflanzen beispielsweise in die Familien der Rosaceen, Labiaten, Liliaceen usw. einzureihen: es sind Organisationsmerkmale.

Daneben finden wir an dem erwähnten Standorte bei Pflanzen der verschiedensten systematischen Stellung gewisse Merkmale, z. B. mächtige

Ausbildung der unterirdischen, Reduktion der oberirdischen Stammbildungen, große, auffallend gefärbte und stark duftende Blüten, Entfaltung der Blüten kurze Zeit nach Beginn der Vegetationsperiode usw., zweifellos Merkmale, die man mit Anpassungen an die lokalen Verhältnisse unschwer in einen Zusammenhang bringen kann: alle diese sind Anpassungsmerkmale.

Bei Betrachtung der heutigen Vertreter der Pflanzenwelt kann man stets diese beiden Kategorien von Merkmalen unterscheiden, allerdings nicht immer leicht, denn es erfordert eine genaue Kenntnis der Pflanze, ihrer Verwandtschaft mit anderen, der Verhältnisse ihres Vorkommens, um diesbezüglich ein Urteil abgeben zu können. Überdies ist die Anteilnahme der beiden Kategorien von Eigentümlichkeiten an der Beschaffenheit einer Pflanze eine in verschiedenen Fällen sehr verschiedene. Es gibt Pflanzen mit verhältnismäßig sehr wenigen, oder wenig auffallenden Anpassungsmerkmalen, welche infolgedessen überall denselben Eindruck hervorrufen; insbesondere Pflanzen mit geringen Ansprüchen an die Umgebung gehören hierher. Anderseits gibt es Pflanzen, welche auf jede Veränderung der Lebensbedingungen durch Erlangung von neuen Anpassungsmerkmalen reagieren, die infolgedessen den Eindruck großer Formunbeständigkeit machen und der systematischen Klarstellung bedeutende Schwierigkeiten bereiten. Es gibt endlich Pflanzen, bei welchen die Gesamtorganisation durch Anpassungsmerkmale beeinflußt ist, welche aber bereits einen hohen Grad von Konstanz angenommen haben; es sind das insbesondere Pflanzen, welche sich an ganz extreme Lebensbedingungen angepaßt haben.

Wenn nun die Frage beantwortet werden soll, wodurch eine Änderung von Merkmalen herbeigeführt werden kann, so liegt es auf der Hand, daß die beiden oben charakterisierten Kategorien von Merkmalen zunächst auseinander gehalten werden müssen. Es ist verständlich, daß ein Organisationsmerkmal, welches mit den momentanen Verhältnissen, unter denen die Pflanze lebt, nichts direkt zu tun hat, dabei aber mit großer Zähigkeit erblich festgehalten wird, durch ganz andere Faktoren verändert werden kann, als ein Anpassungsmerkmal, das, den Änderungen der Lebensbedingungen folgend, eine Änderung erfahren muß, wenn die betreffende Pflanze existenzfähig bleiben soll.

Betrachten wir daher zunächst die Möglichkeit der Änderung von Organisationsmerkmalen. Von Vorgängen, welche eine solche Änderung hervorrufen können, ist zunächst die Kreuzung[63]) zu erwähnen. Zweifellos

---

[63]) Vgl. z. B. Wittrock V. B., *Viola*-Studier I. u. II., 1895 u. 1897. — Solms-Laubach H. Graf zu, Weizen und Tulpe, 1899. — Tschermak E., Die Bildung neuer Formen durch Kreuzung. Result. scient. d. Congr. bot. Vienne 1905. — Hedlund, Artbild. ur bastarder. Bot. Notiser, 1907. — Lotsy J. P., *Antirrhinum rhinanthoides*, une nouv. esp. Arch. Néerl. Scienc. exact., III., 1916; Versuche üb. Artbastarde etc. Zeitschr. f. ind. Abst.-Lehre, IX., 1912. — Rosen F., Die Entstehung d. elem. Arten v. *Erophila*. Beitr. z. Biol. d. Pfl., 10. Bd., 1911; Die Entst. elem., Arten. Beitr. z. Pflanzenzüchtg., 1913. — Heribert-Nilsson N., Experim. Stud. über Var., Spalt. usw. in der Gattung *Salix*. Lund. Univ. Årsskr., Bd. 14, 1918. — Pascher A., Üb. d. Kreuzung einzelliger haploid. Org. Ber. d. deutsch. bot. Ges., 1916.

liegt bei dem Befruchtungsvorgange eine Mischung von Genen verschiedener Herkunft vor. Diese Mischung wird umso stärker sein, je verschiedener die genotypische Konstitution der dabei beteiligten Individuen ist; sie wird also bei jeder Kreuzung — wenn nicht die beiden Elternindividuen derselben reinen Linie (vgl. S. 16) angehören — vorhanden sein, sie muß am stärksten bei Bastarden sein. Theoretisch ist es auch ganz klar, daß, nachdem bei Bildung der Sexualzellen der Kreuzungsprodukte eine Auseinanderlegung der Gene eintritt (Mendelsches Spaltungsgesetz)[64], es bei weiteren Kreuzungen zu Genenkombinationen kommen kann, welche nicht nur neu sind, sondern sich auch konstant erweisen.

Die experimentelle Forschung hat das Zutreffen dieser theoretischen Annahme zweifellos festgestellt. Wenn Individuen von Artbastarden mit Individuen gleicher Herkunft gekreuzt werden, so tritt in der F_2-Generation[65]) eine außerordentliche Fülle von Typen auf, welche zum Teil sehr stark von den Individuen der F_1-Generation und der Parentalgeneration abweichen. Unter diesen Typen sind solche, welche ihre charakteristischen Merkmale vererben.

Abb. 15 zeigt die Blüten von *Antirrhinum glutinosum* und *A. majus.* Aus einer Kreuzung beider Arten, welche E. Baur vornahm, ergab sich in F_2 unter anderen eine Form mit ganz aberranter Blütengestalt (Abb. 15, Fig. 3), welche Lotsy weiterstudierte. Er konnte nachweisen, daß sie in

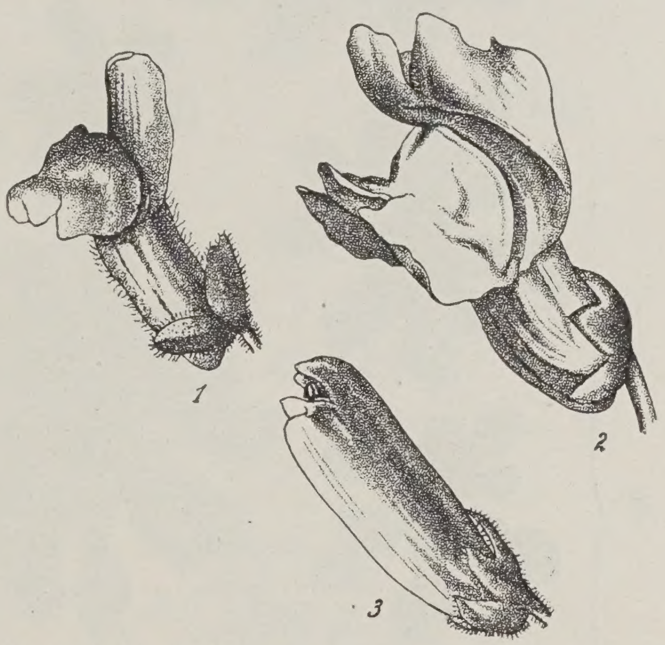


Abb. 15. Entstehung neuer Formen durch Kreuzung. — Fig. 1. Blüte von *Antirrhinum glutinosum.* — Fig. 2. Blüte von *A. majus.* — Fig. 3. Blüte von *A. rhinanthoides,* welches nach der Kreuzung von *A. glut.* mit *A. maj.* in F_2 auftrat. — Nat. Gr. — Original. Fig. 3 nach einem Originalexemplare Lotsy's.

---

[64]) Mendel G., in Verh. d. naturf. Ver. Brünn, 1865. — Vries H. de, und Correns C. in Ber. d. deutsch. bot. Ges., 1900. — Tschermak E., Über künstl. Kreuzung bei *Pisum sat.* Zeitschr. f. landw. Versuchswes., 1900. — Bateson W., The progress of Genetics since the rediscovery of Mendels pap. Progr. rei bot., I, 1906; Mendels Principles of Heredity, 1909, 3. ed., 1913; deutsche Übers. von A. Winckler, 1914. — Zusammenfassung in Fruwirth C., Die Züchtung der landw. Kulturpfl., I. Bd., 5. Aufl., 1920. — Johannsen W., Elem. d. exact. Erblichkeitsl., 2. Aufl., 1913. — Baur E., Einf. i. d. exper. Vererbungsl., 3. u. 4. Aufl., 1919.

[65]) Die zu einer Kreuzung verwendeten Individuen werden als der Parentalgeneration (P) angehörig bezeichnet. Die unmittelbar durch die Kreuzung entstandenen Bastardindividuen gehören der ersten Filialgeneration (F_1) an. Die Nachkommen dieser Generation werden als zweite Filialgeneration (F_2) bezeichnet usw.

bezug auf die charakteristischen Merkmale kontant ist und nannte sie *A. rhinanthoides.*

Abb. 16. Entstehung neuer Formen durch Kreuzung. — Blattrosetten von *Erophila cochleata* (Fig. 1) und *E. radians* (Fig. 2), sowie (Fig. 3—11) von Exemplaren der F_2-Generation des Bastardes. — Vergr. — Nach Rosen.

Ganz analoge Ergebnisse konnte Rosen bei der Cruciferen-Gattung *Erophila* erreichen. Abb. 16 zeigt eine Anzahl von Blattrosetten, welche in der F_2-Generation einer Kreuzung zwischen *E. cochleata* und *E. radians* (vgl.

Abb. 16, Fig. 1 und 2) auftraten. Einige dieser von den Parentalformen stark abweichenden Typen erwiesen sich erblich konstant.

Es ist kaum zweifelhaft, daß viele unserer Kulturpflanzen auf Kreuzungen zurückzuführen sind. So zeigt Abb. 18 eine Anzahl von Gartenformen des Stiefmütterchens, der *Viola hortensis,* welche nach den Untersuchungen von Wittrock wohl sicher aus Kreuzungen zwischen *Viola lutea, tricolor* und

Abb. 17. *Erophila cochleata* (rechts) und *E. radians* × *cochleata.* — Nat. Gr. — Nach Rosen.

altaica hervorgegangen sind. Ähnliches gilt von vielen Gartenprimeln (z. B. der Gartenaurikel, *Pr. hortensis,* deren Rassen auf den Bastard von *P. Auricula* mit *P. hirsuta* zurückzuführen sind), Tulpen, Fuchsien, Begonien, von Getreide-, Rüben- und Obstsorten usw.

Besonders begünstigt wird die Erhaltung einer Bastardform, u. zw. schon der F_1-Generation, so daß schon diese der Ausgangspunkt einer neuen Form werden kann, wenn die Pflanzen sich stark vegetativ vermehren

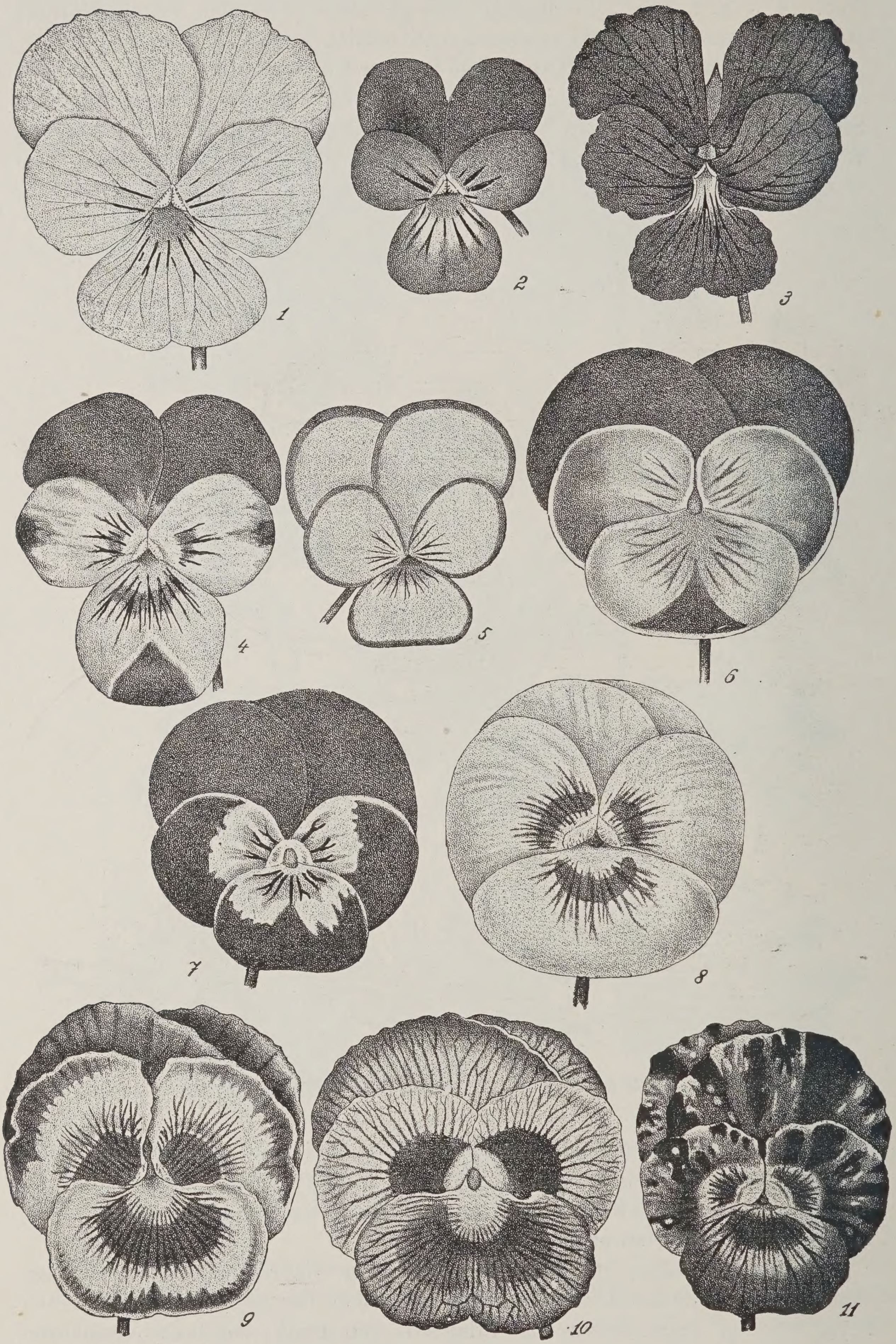

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11

Abb. 18. Rassenbildung durch Kreuzung und Selektion. Fig. 1—3. Stammarten, und zwar: Fig. 1 *Viola lutea*, Fig. 2 *Viola tricolor*, Fig. 3 *Viola altaica*. — Fig. 4—11. Kulturrassen, welche durch Kreuzungen der drei genannten Stammarten gewonnen wurden: Fig. 4. „Lady Bath". — Fig. 5. „Iver Beauty". — Fig. 6. Gezüchtet von Barratt 1836. — Fig. 7. „Beauty of Anlaby". — Fig. 8. „Lord Durham". — Fig. 9. „Napoleon III". — Fig. 10. „Madame Campan". — Fig. 11. „Geflammte englische Pensées". — Nach Wittrock.

(z. B. *Sempervivum*[66]); viele Kulturpflanzen werden vegetativ vermehrt) oder sich apogam fortpflanzen können (*Taraxacum*, *Hieracium*, *Alchemilla* u. a.). Der große Polymorphismus, den solche Gattungen aufweisen, hängt zum Teil damit zusammen.

Abb. 19. Beispiele von in Gärten kultivierten Pflanzen, welche höchstwahrscheinlich durch Mutationen entstanden sind. — Fig. 1. Blütenkorb des „gefüllten" Gänseblümchens, *Bellis perennis*; sämtliche Blüten sind Zungenblüten; nat. Gr. — Fig. 2. Normale Frucht von *Solanum Lycopersicum*. — Fig. 3. Frucht der in den Gärten am häufigsten kultivierten Form (Vermehrung der Karpiden) desselben; verkl. — Fig. 4. Infloreszenz von *Celosia cristata* (Fasziation); verkl. — Fig. 5. „Gefüllte" Blüte von *Narcissus Tazetta*; nat. Gr. — Fig. 6. Blätter von *Syringa persica* f. *pinnata*; verkl. — Fig. 7. *Fraxinus excelsior*, typische Blattform; verkl. — Fig. 8. *F. exc.* f. *monophylla*; verkl. — Original.

[66]) In vielen Gärten überwiegen die sich stark vegetativ vermehrenden Bastarde den Stammarten gegenüber.

So sicher es auf der einen Seite ist, daß durch Kreuzung neue Formen entstehen, so darf doch auf der anderen Seite die Tragweite des Vorganges nicht so überschätzt werden, wie es in neuester Zeit vielfach geschieht. Wir müssen bedenken, daß — soweit unsere Kenntnisse reichen — durch Bastardierung keine neuen Gene entstehen, sondern nur schon vorhandene Gene neu kombiniert werden. Vor der Überschätzung der Bedeutung der Kreuzung werden wir bewahrt, wenn wir beachten, daß es Organismengruppen mit reicher Artbildung ohne sexuelle Fortpflanzung, also ohne Kreuzungsmöglichkeit gibt (*Schizomycetes, Schizophyceae,* große Flagellatengruppen) und wenn wir verfolgen, zu welchen geradezu paradoxen Schlußfolgerungen die Anerkennung der Kreuzung als einzigen artbildenden Faktors führen kann und führen muß. So hat diese Anerkennung in jüngster Zeit die Rückkehr zur Annahme von der Konstanz der Arten nach sich gezogen, zur Annahme, daß alle bei den höheren Organismen vorhandenen Anlagen sich bereits in der Gesamtheit der Urorganismen befanden. Mit Recht wurde darauf hingewiesen, daß solche Annahmen schließlich zum Aufgeben der Evolutionstheorie führen.

Zweifellos kann daher Kreuzung zur Neukombination von Genen führen und damit zur Erhöhung der Mannigfaltigkeit der Organismenwelt beitragen; der einzige, die Neubildung von Formen bedingende Faktor kann sie nicht sein.

Ein zweiter in Betracht kommender Faktor ist, wie schon erwähnt, die Mutation (Heterogenesis). Wir verstehen darunter ganz unvermittelt auftretende Organisationsänderungen, welche nicht erst im Laufe der Ontogenese sich einstellen, sondern ein Individuum genotypisch von seinen Vorfahren unterscheiden und weiterhin vererbt werden. Die schon auf S. 42 erwähnten großangelegten Versuche von H. de Vries mit *Oenothera Lamarckiana* haben die Aufmerksamkeit der Biologen auf diese Mutationen gelenkt und der Mutationstheorie viele Anhänger zugeführt. Wenn auch in neuerer Zeit die Beweiskraft des de Vriesschen Experimentes mit Recht bestritten wurde[67]), so kann doch an der Existenz von Mutationen nicht gezweifelt werden. Bei zahlreichen exakten Vererbungsversuchen konnte das Auftreten von Mutationen festgestellt werden. Es ist höchst wahrscheinlich, daß zahlreiche Kulturpflanzen auf solche gelegentlich auftretende Mutationen zurückzuführen sind. Abb. 19 zeigt einige solche Fälle. Auch im Naturzustande sind Mutationen keine Seltenheit. Dies beweist schon die direkte Beobachtung; dafür spricht ferner auch der Umstand, daß nicht selten Gattungen und Arten von anderen durch Merkmale verschieden sind, die bei letzteren gelegentlich als Mutationen vorkommen (Abb. 20 und 21). Die bei *Oenothera Lamarckiana* gemachten Erfahrungen legen allerdings bei jeder sich der Beobachtung

[67]) Durch die Untersuchungen von Gates, Davis, Heribert-Nilsson, Renner, E. Lehmann u. A. wurde es sehr wahrscheinlich gemacht, daß die Mutationen von *O. L.* vielfach auf Anlagen-Aufspaltungen beruhen und daß *O. L.* selbst heterozygot ist, d. h., daß sie auf Genenkombinationen infolge einer früheren Kreuzung beruht. Vgl. auch Abb. 13 und Abb. 14.

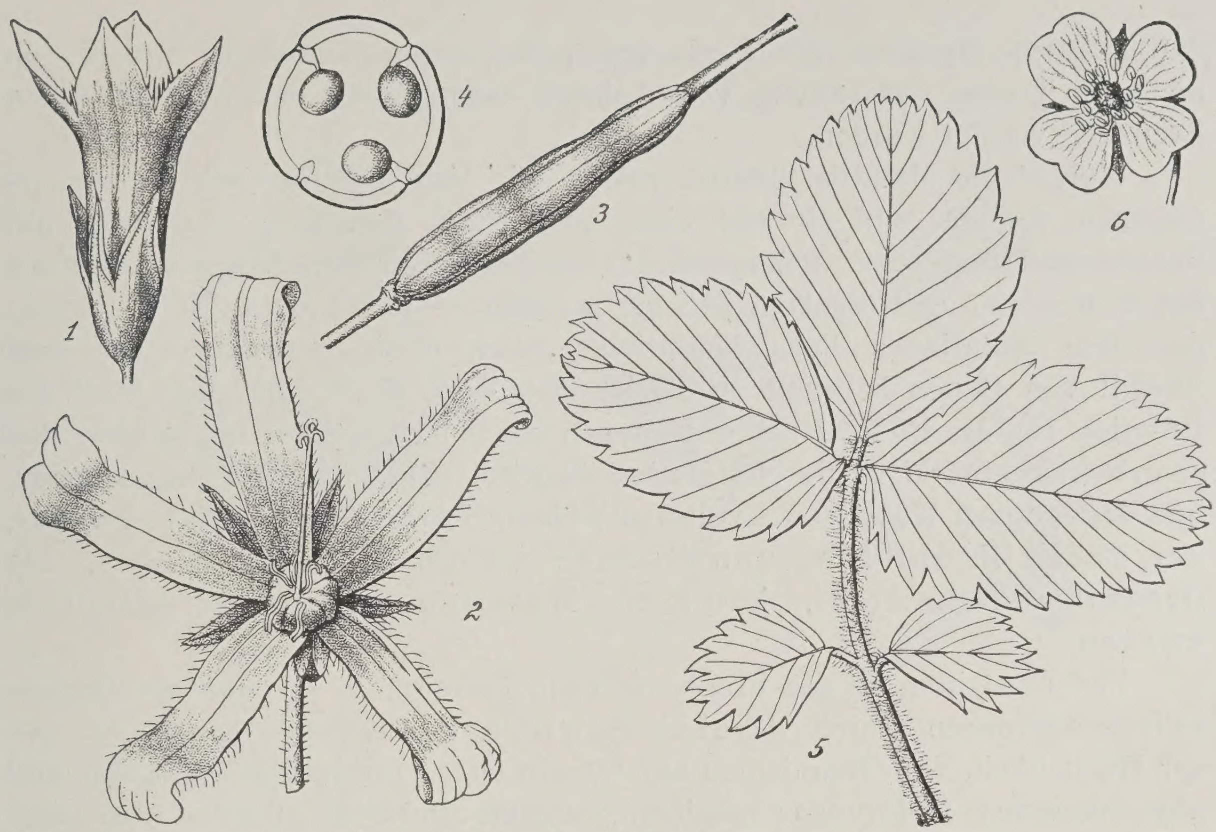


Abb. 20. Bei einzelnen Pflanzen auftretende Mutationen, die bei verwandten Gattungen und Arten charakteristische Merkmale bilden. — Fig. 1. *Gentiana calycina*, abnormerweise tetramere Blüte; die Blüten der nahe verwandten *G. campestris* sind stets vierzählig. — Fig. 2. *Campanula Medium*, Blüte mit getrennten Corollblättern; die verwandte Gattung *Michauxia* ist stets choripetal. — Fig. 3 und 4. Abnormerweise vierblättrige Schote von *Brassica oleracea*; die verwandte *B. quadrivalvis* ist durch das konstante Vorkommen von vier fertilen Fruchtblättern charakterisiert. — Fig. 5. *Fragaria collina* mit abnormerweise gefiederten Blättern; dieselbe Blattform findet sich bei ähnlichen *Potentilla*-Arten, z. B. *P. rupestris*. — Fig. 6. Tetramere Blüte von *Potentilla reptans* (sonst pentamer): die verwandte *P. procumbens* ist stets tetramer. — Fig. 2 nach De Candolle, Fig. 1, 3—6 Original.

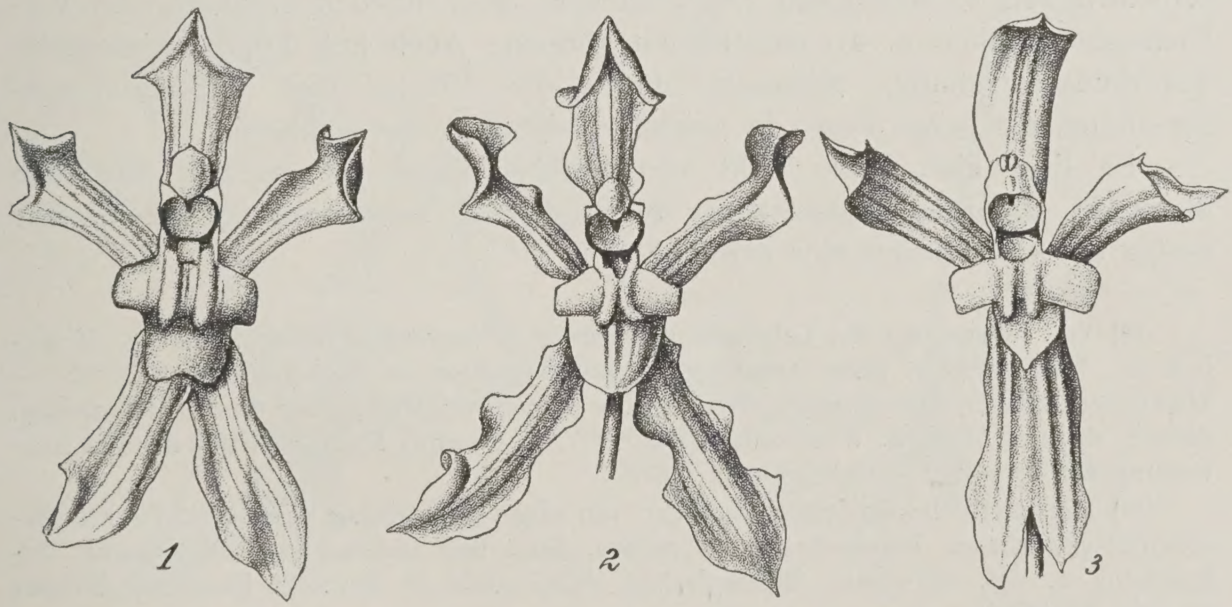


Abb. 21. In einem Blütenstande einer Orchideen-Art (*Gomesa polymorpha*) auftretende Blütenmutationen, deren Gestaltung für andere Arten derselben Gattung charakteristisch ist; so entspricht Fig. 1 *G. divaricata*, Fig. 2 *G. crispa*, Fig. 3 *G. planifolia*. — Vergr. — Nach Porsch.

darbietenden Mutation die Forderung nahe, experimentell zu prüfen, ob nicht doch eine Aufspaltung von Anlagen vorliegt, die bei einer früheren Kreuzung vereint wurden.

Worauf die Mutation beruht, wissen wir nicht. Theoretisch kann angenommen werden, daß sie auf einer plötzlichen Genenänderung oder auf Genenneubildung oder Genenausfall zurückzuführen ist. Kritische Prüfung hat in neuester Zeit ergeben, daß die meisten — wenn nicht alle — sichergestellten Mutationen Verlustmutationen sind, d. h. vermutlich auf dem Ausfall von Genen beruhen. Bestätigt sich dies, dann sinkt der Wert der Mutation für die Bildung neuer Biotypen stark herab, denn es ist klar, daß dann Weiterentwicklung durch Mutation identisch sein müßte mit Degeneration, was dem ganzen Wesen der Evolution widerspricht. Immerhin als Faktor, der durch Neubildung von Formen zu der Mannigfaltigkeit der Organismen beiträgt, kann die Mutation zweifellos aufgefaßt werden.

Viel umstritten ist die Frage, ob neue Formen, d. h. dauernde Organisationsänderungen durch direkte Bewirkung entstehen können[68]. An der Möglichkeit, daß Organismen auf Einwirkungen mit morphologischen und physiologischen Änderungen reagieren, zweifelt allerdings niemand, denn dies ist eine allgemein bekannte Erfahrungstatsache. Die Meinungsverschiedenheit betrifft die Frage, ob diese durch direkte Bewirkung veranlaßten Änderungen genotypischer Art sind und infolgedessen vererbt werden können. Wenn man heute von der „Vererbung erworbener Eigenschaften" spricht, so meint man diese Frage[69][70].

Die exakte Beantwortung der Frage ist viel schwerer als die Beantwortung der Frage nach der Bedeutung der Kreuzung oder der Mutation, da hier nur Versuche mit viel weitergehenden Kautelen und unter schwierigeren Verhältnissen (Ausschaltung jeder Kreuzung, zahlreiche Versuchsgenerationen u. a.) entscheiden können. Auch hat die experimentelle Vererbungsforschung, gefesselt durch die Erfolge der Bastardierungsforschung, die ganze Frage in neuester Zeit stark vernachlässigt.

Es liegt eine große Zahl von Erscheinungen vor, welche für eine dauernde Organisationsänderung durch direkte Bewirkung sprechen. Nur einige derselben seien hier erwähnt.

---

[68]) Vgl. Warming E., Lehrbuch der ökolog. Pflanzengeographie. 1896. — Henslow G., The Origin of plant-structures by selfadaptation to the environment, 1895. — Wettstein R. v., Monographie der Gattung *Euphrasia*, 1895; Über direkte Anpassung. Alman. d. kais. Akad. d. Wissensch. Wien, 1901. — Goebel K., Über Studium und Auffassung der Anpassungserscheinungen, 1898.

[69]) Man sollte infolgedessen richtiger von einer „Vererbung der durch direkte Bewirkung erworbenen Eigenschaften" sprechen, denn daß andere, durch Verletzung, Erkrankung u. dgl. erworbene Eigenschaften dabei nicht in Betracht kommen, darüber herrscht Einigkeit.

[70]) Vgl. Rignano E., Über die Vererb. erworb. Eigenschaften. 1907. — Semon R., Der Stand d. Frage nach d. Vererb. erworb. Eigensch., in Abderhalden, Fortschr. d. nat. Forsch., II. Bd., 1910; Das Probl. d. Vererb. erw. Eigensch., 1912.

Eine pflanzengeographische Tatsache von großer Bedeutung, welche sich aus zahlreichen Untersuchungen ergibt, ist die, daß aus gemeinsamem Ur-

Abb. 22. Vikariierende Arten. — *Soldanella montana* (Fig. 1) vertritt in der Bergregion des Alpengebietes die hochalpine *S. alpina* (Fig. 2). — *Soldanella pusilla* (Fig. 3) vertritt in der Hochgebirgsregion der kalkarmen Gebirge die *S. minima* (Fig. 4) der südlichen Kalkalpen; nat. Gr. — Original.

sprunge entstandene Arten Areale bewohnen, die einander gegenseitig ausschließen (vikariierende Arten) und daß vielfach die Beschaffenheit dieser Arten deutliche Beziehungen zu den Lebensbedingungen in diesen Arealen aufweisen. Betrachten wir in solchen Fällen, in welchen noch nicht durch nachträgliche Veränderungen die ursprünglichen Erscheinungen verwischt sind, das Verhalten der Pflanzen etwas genauer, so finden wir, daß an den Grenzen der Areale sich Zonen von Übergangsformen einschieben, welche gewiß nicht hybriden Ursprunges, sondern als morphologische und phylogenetische Übergänge aufzufassen sind. Dies trifft nicht bloß bei horizontaler, sondern auch bei vertikaler Aufeinanderfolge der Areale zu und wird

Abb. 23. Geographische Verbreitung von acht miteinander nahe verwandten Arten der Gattung *Gentiana*. — 1. *G. calycina*. — 2. *G. Sturmiana*. — 3. *G. Wettsteinii*. — 4. *G. rhaetica*. — 5. *G. ramosa*. — 6. *G. bulgarica*. — 7. *G. austriaca*. — 8. *G. carpathica*. — Original.

bei letzterer besonders deutlich. Abb. 22 und 23 illustrieren einige derartige Fälle. Man kann unmöglich annehmen, daß überall in diesen Zwischenzonen der Umwandlungsprozeß aus einer Art in die andere sich durch Heterogenesis oder durch Kreuzung und Auslese vollzog; die einzige ungezwungene Erklärung der Erscheinung ist die, daß beim Vordringen aus einem Gebiete in das andere oder bei einer Änderung der Beschaffenheit dieser Gebiete direkt eine Umänderung der Pflanzen eintrat.

Zu ähnlichen Ergebnissen führt die Betrachtung der ernährungsphysiologischen Arten und Rassen. Das Vorkommen solcher bei Cormophyten ist schon lange bekannt; man weiß beispielsweise, daß *Rhododendron hirsutum*,

die rauhhaarige Alpenrose der Alpen, unter gewissen Lebensbedingungen die rotbraune Alpenrose, *Rhododendron ferrugineum*, vertritt, daß es sich analog bei zahlreichen anderen Pflanzen verhält, z. B. auch bei den in Abb. 22, Fig. 3 u. 4 dargestellten *Soldanella*-Arten. Besonders auffallend wird dieses Verhältnis bei Parasiten, z. B. *Viscum*-Arten, *Orobanche*-Arten u. a., und dann bei parasitischen Pilzen, z. B. bei Uredineen. Wenn eine solche parasitische Pflanze je nach der chemischen und physikalischen Beschaffenheit der Wirtpflanze in verschiedene neue Formen zerfällt und die erworbenen Eigenschaften sich als erblich erweisen, so ist der innige direkte Zusammen-

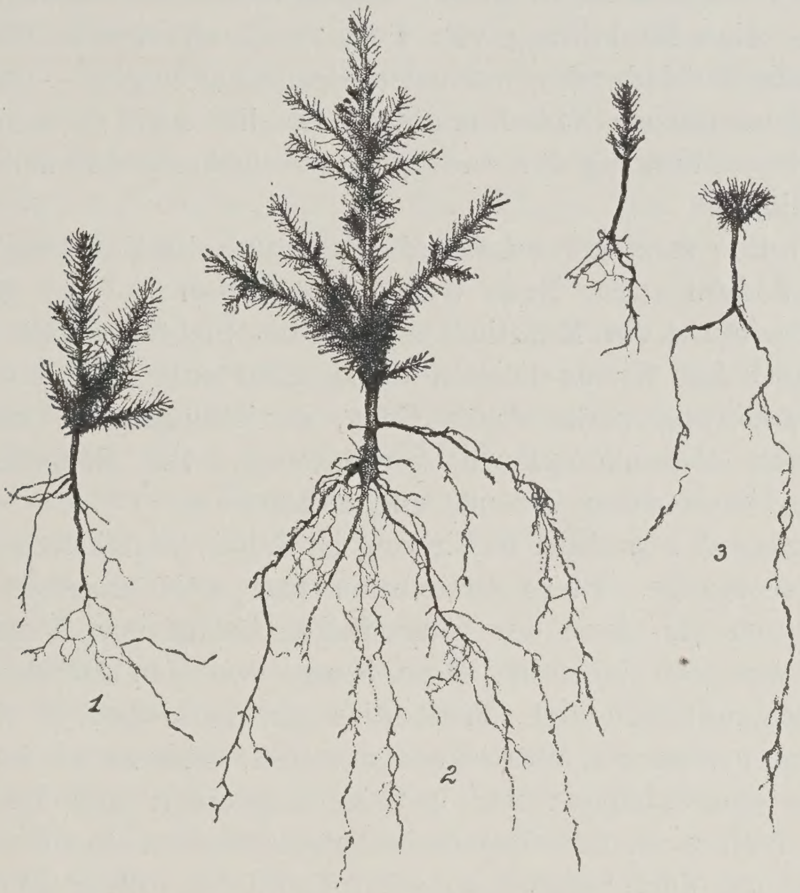


Abb. 24. Vererbung von Eigenschaften, die durch direkte Bewirkung erworben wurden. Dreijährige unter gleichen Verhältnissen (bei 200 Meter Meereshöhe) gezogene Fichten verschiedener Samenprovenienz. — Fig. 1. Samen aus dem Achental bei 1600 Meter Höhe. — Fig. 2. Samen aus dem Achental bei 800 Meter Höhe. — Fig. 3. Samen aus Finnland. — Nach Cieslar.

hang zwischen Ernährung und Beschaffenheit des Parasiten klar. Weder Kreuzung, noch Heterogenesis könnten diese Verhältnisse befriedigend erklären.

Besonderer Nachdruck ist endlich auf exakte Versuche zu legen, welche den Einfluß der direkten Bewirkung und die Vererbung dadurch erworbener Eigenschaften ergaben. Abb. 24 illustriert einen solchen Versuch, den man mit Waldbäumen ausführte. Die Fichte zeigt je nach Höhenlage und Standortsverhältnissen zahlreiche im Zusammenhang mit diesen entstandene Formen. Aus den Samen solcher Standortsformen unter ganz anderen Ver-

hältnissen erzogene Pflanzen weisen dieselben Merkmale auf. Die Erklärung dieser Erscheinung durch „physiologische Nachwirkung“ versagt.

Andere Erscheinungen, die nur durch direkte Bewirkung und durch Vererbung der durch diese bedingten Veränderungen sich befriedigend erklären lassen, sind die Erscheinungen der Konvergenz, welche Organismen verschiedenster Herkunft unter analogen Lebensbedingungen zeigen, das Auftreten „nicht virulenter“ Rassen von Mikroorganismen bei geänderten Lebensbedingungen, die schrittweise Rückbildung eines Organes bei dauernder Nichtinanspruchnahme desselben, die Erhaltung des periodischen Verlaufes physiologischer Erscheinungen unter geänderten Außenbedingungen[71]) u. a. m.

Wenn es eine Neubildung von Formen durch direkte Bewirkung und durch Vererbung der dadurch erworbenen Eigenschaften gibt — und daran kann bei unvoreingenommener Betrachtung der Tatsachen nicht gezweifelt werden — dann muß dieser Vorgang für das ganze Evolutionsphänomen von größter Bedeutung sein.

Die Evolution setzt voraus, daß die genotypische Konstitution der Organismen sich ändern kann. Neue Genenkombination wie bei der Kreuzung, Genenausfall wie bei der Mutation reicht dazu nicht aus. Es müssen neue Gene auftreten. Aus Nichts können diese nicht entstehen, sie können nur auf der Veränderung vorhandener Gene, beziehungsweise aus der Differenzierung von Genenkomplexen hervorgehen. Die Beeinflussung durch Außenfaktoren kann diese Veränderungen bewirken.

Der Vorgang der direkten Bewirkung ist dabei vergleichbar irgend einem anderen Reizvorgange. Diese Erkenntnis fügt sich unserem ganzen biologischen Wissen ein, denn der reizbedingte Ablauf der Erscheinungen ist gerade das, was den lebenden Organismus von den Objekten der nicht belebten Natur unterscheidet. Trifft dies zu, dann beruht die Evolution nicht auf einer mystischen Entwicklungstendenz, sondern sie ist reizbedingt; der klare Zusammenhang vieler Entwicklungsreihen mit Änderungen der Lebensweise (vgl. z. B. den Zusammenhang zwischen der Entwicklung der Cormophyten und dem Landleben) steht damit in vollem Einklange.

Die vorstehenden Ausführungen haben mithin ergeben, daß die Neubildung von Formen, die Änderung der genotypischen Konstitution, in erster Linie auf direkter Bewirkung beruht; Kreuzung und Mutation tragen wesentlich zur Erhöhung der Mannigfaltigkeit bei.

Absichtlich wurde bisher bloß von dem Zustandekommen der sogenannten Organisationsmerkmale gesprochen, da es sich um diese in erster Linie handelt.

Eine stets mit Recht betonte Begleiterscheinung der Entwicklung ist, daß die dabei auftretenden Eigentümlichkeiten in der Regel funktionsgemäß sind, d. h. uns als sogenannte Anpassungen erscheinen. Über den Geltungsbereich der organischen „Zweckmäßigkeit“, d. h. über das Ausmaß der

---

[71]) Vgl. Semon R., Über die Erblichkeit der Tagesperiode. Biol. Zentralbl., Bd. 25, 1905 und Bd. 28, 1908. — Pfeffer W. in Abh. d. k. sächs. Ges. d. Wiss., 30. Bd., 1908.

„Anpassungsmerkmale“ ist viel diskutiert worden. Ganz abgesehen davon, ob die verwendeten Ausdrücke „Zweckmäßigkeit“, „Anpassung“ glücklich sind, ob nicht das Bestreben, Organisationseigentümlichkeiten im Sinne von Anpassungen zu deuten, vielfach übertrieben wird, muß es doch zugegeben werden, daß die Beschaffenheit der Organismen und ihrer Teile im allgemeinen den Eindruck des Funktionsgemäßen macht, so daß wir sagen können, ein guter Teil der Merkmale sind Anpassungsmerkmale.

Wie kommen nun diese zustande? Es war mit ein Grund für den großen Erfolg des Darwinismus, daß er das Zustandekommen neuer Merkmale überhaupt und zugleich deren Angepaßtsein zu erklären schien.

Es ist klar, daß weder direkte Bewirkung, noch Kreuzung oder Mutation an und für sich etwas Funktionsgemäßes bewirken muß. Es kann auf allen diesen Wegen auch etwas für den Organismus Gleichgültiges, ja Schädliches entstehen. Der Faktor, der das Funktionsgemäße fördert, indem er das Funktionswidrige ausschaltet, ist die Selektion, die natürliche Selektion im Kampfe ums Dasein oder die künstliche Selektion im Zustande der Domestikation. Die Bedeutung derselben liegt also nicht darin, daß sie etwas Neues überhaupt oder etwas Funktionsgemäßes selbst schafft, sondern darin, daß sie das Funktionswidrige beseitigt, wodurch das Funktionsgemäße oder wenigstens Gleichgültige verbleibt. Die Selektion spielt diese Rolle bei der Kreuzung ebenso wie bei der Mutation und der direkten Bewirkung. Bei letzterer kommt ihr noch eine ganz besondere Bedeutung zu. Hier werden durch die Selektion nicht bloß die ungünstigen Folgen direkter Bewirkung beseitigt, das sind die Organismen, welche infolge direkter Bewirkung funktionswidrige Beschaffenheit annahmen, sondern zugleich mit ihnen die Fähigkeit, in einem ungünstigen Sinne auf Außenbedingungen zu reagieren. Die Konsequenz davon ist, daß viele Veränderungen infolge direkter Bewirkung funktionsgemäß sind, wir nennen sie „direkte Anpassungen“.

Wenn Veränderungen durch direkte Bewirkung vielfach den Charakter von direkten Anpassungen haben, dann ist es auch verständlich, wenn so oft Organisationsmerkmale den Eindruck von Anpassungsmerkmalen machen, d. h. daß Anpassungsmerkmale zu Organisationsmerkmalen werden (*Cactaceae*, *Lemnaceae*, *Podostemonaceae* etc.).

Die Mannigfaltigkeit der Vorgänge, welche nach dem Gesagten bei der Entstehung neuer Formen eine Rolle spielen, wird dadurch erhöht, daß alle die genannten Faktoren in Wechselbeziehungen zueinander treten können; so können nach unseren Erfahrungen direkte Bewirkungen und Kreuzungen Mutationen auslösen; jede Mutation und jede Kreuzung schafft neue Möglichkeiten der direkten Bewirkung; Kreuzungen können zur Sterilität führen und erhöhen dadurch, wenn die Fähigkeit vegetativer Fortpflanzung vorhanden ist, die Erhaltung auftretender Mutation usw.; endlich ist die so häufige korrelative Verbindung einer Abänderung mit anderen Abänderungen zu beachten.

B. SPEZIELLER TEIL.

Eine Übersicht über das Pflanzenreich zeigt, daß dasselbe aus einer Reihe größerer Gruppen besteht, zwischen denen entwicklungsgeschichtliche Zusammenhänge sich nicht erweisen lassen, innerhalb deren aber Formen von weitgehender Übereinstimmung sich finden. Von solchen Gruppen — Pflanzenstämmen, vgl. S. 14 — lassen sich folgende sicher unterscheiden[1]):

I. Stamm. Myxophyta.

Zuerst einzellig, dann vielzellig. Vegetative[2]) Entwicklungsstadien nur aus membranlosen Zellen gebildet. Autotrophe Ernährung[3]) nie vorhanden. Geschlechtliche Fortpflanzung.

II. Stamm. Schizophyta.

Einzellig, einzeln lebend oder in Zellfamilien. Zellen der vegetativen Entwicklungsstadien mit Membran umkleidet. Autotroph oder heterotroph. Die autotrophen Formen besitzen eine charakteristische, als Farbstoff erscheinende (blaue, seltener rote oder gelbe) Eiweißverbindung, das Phykocyan. Jedwede Art geschlechtlicher Fortpflanzung fehlt.

III. Stamm. Zygophyta.

Einzellig, einzeln lebend oder in Zellfamilien. Zellen der vegetativen Entwicklungsstadien zumeist mit Membran umkleidet, welche, außer bei den höchst organisierten Formen, aus schalenartigen Stücken zusammen-

---

[1]) In Anbetracht der kleinen Anzahl von Merkmalen, welche in der folgenden Übersicht angeführt sind, sei betont, daß die Unterscheidung der Stämme nicht auf Grund bestimmt gewählter Merkmale erfolgte, sondern aus dem Bestreben hervorging, durch Vergleich aller Formen Entwicklungskreise festzustellen. Entwicklungskreise müssen Formen von sehr verschiedener Ausbildung umfassen, was naturgemäß nur eine kleine Anzahl gemeinsamer Merkmale derselben zur Folge hat.

[2]) Als „vegetative" Stadien sind hier die der Ernährung und dem Aufbau des Individuums dienenden, im Gegensatze zu den reproduktiven oder Fortpflanzungsstadien gemeint.

[3]) Autotrophe Pflanzen sind jene, die im erwachsenen Zustande imstande sind, die Hauptmenge ihrer Nahrung in Form anorganischer Verbindungen aufzunehmen: heterotrophe jene, welche die Hauptmenge ihrer Nahrung in Form organischer Verbindungen aufnehmen. (Vgl. Pfeffer W., Pflanzenphysiologie, I., S. 349 [1897].)

gesetzt ist. Autotroph (heterotroph sind nur wenige abgeleitete Formen). Die Zellen enthalten Chlorophyll, und zwar in seiner gewöhnlichen grünen oder in einer braunen Modifikation *(Bacillarieae)*, oft daneben noch einen zweiten, gelb oder braun erscheinenden Stoff (Phycopyrrin der *Peridinieae)*. Neben vegetativer auch sexuelle Fortpflanzung.

IV. Stamm. Phaeophyta.

Vielzellig. Zellen der vegetativen Entwicklungsstadien mit Membran umkleidet, diese nicht aus schalenartigen Stücken zusammengesetzt. Autotroph. Im Innern der assimilierenden Zellen eine dem Chlorophyll nahestehende charakteristische, als Farbstoff (gelb bis braun) erscheinende Eiweißverbindung (Phaeophyll). Vegetative und sexuelle Fortpflanzung.

V. Stamm. Rhodophyta.

Vielzellig. Zellen der vegetativen Entwicklungsstadien mit Membran umkleidet, diese nicht aus schalenartigen Stücken zusammengesetzt. Autotroph (heterotroph nur einzelne abgeleitete Formen). Im Innern der assimilierenden Zellen neben dem Chlorophyll eine charakteristische, als Farbstoff (meist rot) erscheinende Eiweißverbindung (Phykoerythrin). Vegetative und sexuelle Fortpflanzung.

VI. Stamm. Euthallophyta.

Einzellig oder vielzellig. Zellen der vegetativen Entwicklungsstadien mit Membran umkleidet, diese nicht aus schalenartigen Stücken zusammengesetzt. Autotroph oder (abgeleitete Formenreihen) heterotroph. Die autotrophen Formen stets mit Chlorophyll in den assimilierenden Zellen. Vegetative und sexuelle Fortpflanzung. Die autotrophen Formen (mit vereinzelten Ausnahmen) angepaßt an die Ausbildung der Fortpflanzungsorgane im Wasser und ohne Gliederung in Wurzel, Stamm und Blatt.

VII. Stamm. Cormophyta.

Vielzellig. Zellen stets mit Membran umgeben, diese nicht aus schalenartigen Stücken zusammengesetzt. Autotroph (heterotroph nur wenige abgeleitete Formen). In den assimilierenden Zellen Chlorophyll. Neben verschiedenen Arten vegetativer stets sexuelle Fortpflanzung. Angepaßt an die Entwicklung wenigstens eines Teiles der Fortpflanzungsorgane außerhalb des Wassers und mit gesetzmäßiger Gliederung in Wurzel, Stamm und Blatt (Ausnahmen bei den einfachst organisierten und bei abgeleiteten Formen).

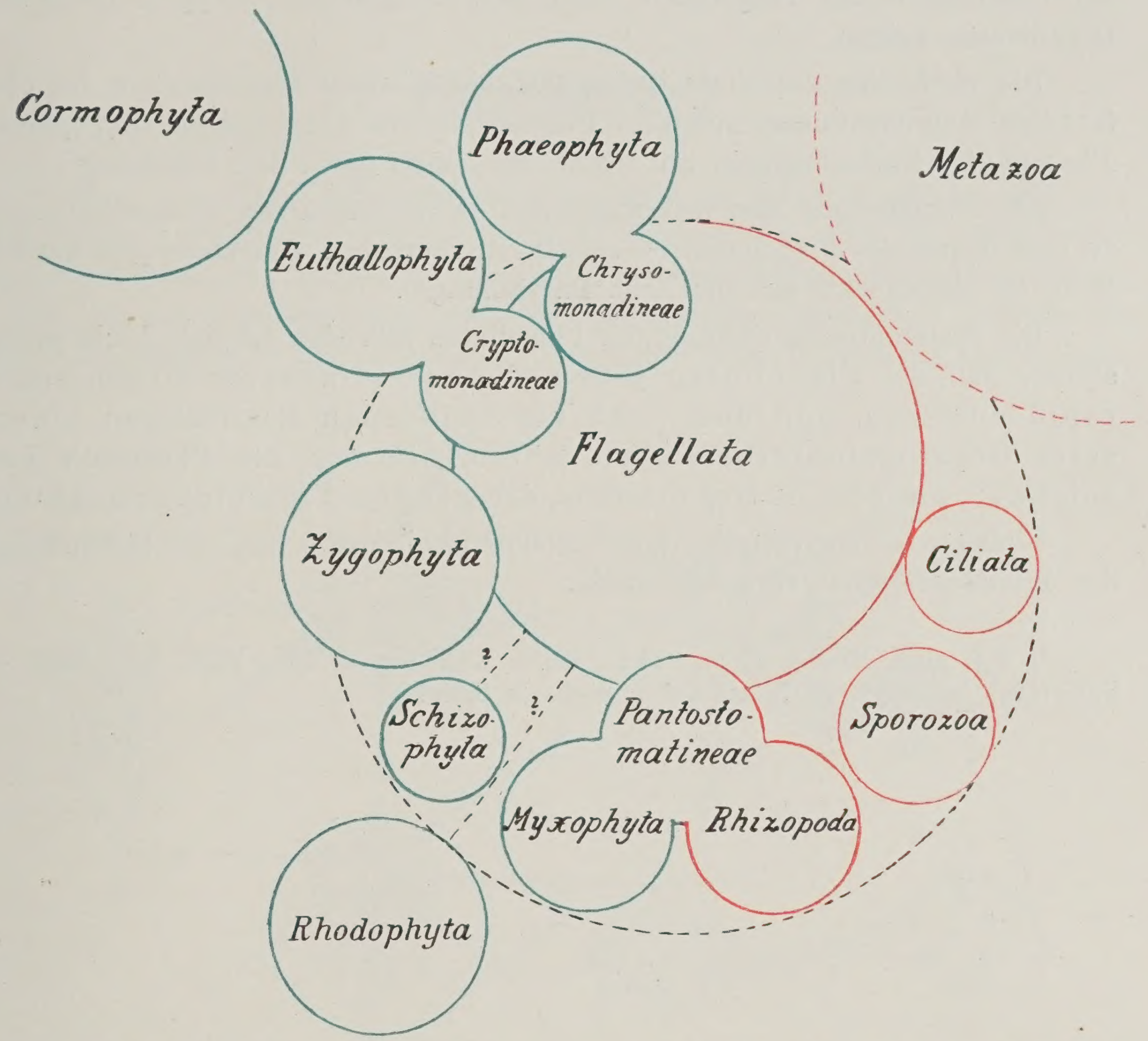
Zur Charakteristik dieser sieben Stämme sei folgendes erwähnt: Für die Stämme der *Myxophyta, Schizophyta, Phaeophyta* und *Rhodophyta* gilt durchaus das über das Wesen eines „Stammes" Gesagte. Sie umfassen Organismen, deren entwicklungsgeschichtlicher Zusammenhang kaum zweifelhaft ist; sie zeigen keine nachweisbaren Beziehungen zu anderen der genannten Stämme. Im allgemeinen gilt dies auch von dem Stamme der *Euthallophyta;* nur ist es möglich, daß er in seiner heutigen Umgrenzung einzelne Gruppen mit einschließt, für die weitergehende Untersuchungen eine andere systematische Stellung ergeben werden. Der Stamm der *Cormophyta* umfaßt nur Formen von relativ hoher Organisation; es ist zweifellos, daß ihm Formen von einfacherer Organisation vorausgingen; es ist möglich, daß dieselben mit gewissen Formen des Stammes der Euthallophyten große Ähnlichkeit hatten, doch läßt sich dies nicht erweisen. Am wenigsten geklärt und darum am meisten umstritten ist der Stamm der *Zygophyta.* Er umfaßt in der hier angenommenen Fassung Formen von auffallender Ähnlichkeit der Organisation; er zeigt keinerlei Beziehungen zu anderen Stämmen. Ob aber die erwähnte Ähnlichkeit nur auf Analogie oder auf wirklicher genetischer Verwandtschaft beruht, ist zur Zeit nicht sicherzustellen. In diesem Sinne mag der Stamm in seiner heutigen Umgrenzung als provisorische Gruppe angesehen werden.

Die Aufeinanderfolge der Stämme in dem folgenden Abschnitte dieses Buches entspricht nicht einer genetischen Folge derselben, sondern beruht ausschließlich auf Zweckmäßigkeitsgründen.

Man pflegt gewöhnlich die unter die ersten sechs Stämme zusammengefaßten Formen als **Thallophyta,** Lagerpflanzen, in Gegensatz zu bringen zu den **Cormophyta,** Sproßpflanzen, und durch den Mangel gesetzmäßiger Gliederung in Wurzel, Stamm und Blatt zu charakterisieren. Die Gesamtheit der nicht in Wurzel, Stamm und Blatt gegliederten vegetativen Organe wird als Thallus, Lager bezeichnet. Aus dem Vorstehenden ergibt sich, daß diese Zusammenfassung vergleichend-morphologisch zulässig und zur Bezeichnung einer gewissen Organisationsstufe auch praktisch ist, daß sie aber deszendenztheoretischen Anschauungen nicht entspricht.

Von altersher hat sich die Einteilung der Pflanzen in **Kryptogamen** und **Phanerogamen** erhalten. Die erste dieser Gruppen umfaßte die Pflanzen der ersten sechs Stämme und überdies die ersten Abteilungen der Cormophyten, die Bryophyta und Pteridophyta; die zweite Gruppe umfaßt die Gymnospermen und Angiospermen. Die Unterscheidung der beiden Gruppen erfolgte ursprünglich auf Grund des Mangels oder Verborgenseins der Geschlechtsorgane einerseits (Kryptogamen), deren Deutlichkeit anderseits (Phanerogamen). Später, als die Unhaltbarkeit dieses Merkmales klar wurde, trachtete man die alte Einteilung durch eine andere Charakteristik und andere Nomenklatur *(Sporophyta* für *Cryptogamae* und *Spermatophyta* oder *Siphonogama* für *Phanerogamae)* zu erhalten. Heute ist es wohl am besten, diese Einteilung ganz fallen zu lassen, da sie sich in keiner Weise mit entwicklungsgeschichtlichen Gesichtspunkten in Einklang bringen läßt.

Seit langer Zeit übliche Bezeichnungen, die noch einer kurzen Erläuterung bedürfen, sind die Namen **Algen** und **Pilze.** Man hat mit diesen Namen ursprünglich die autotrophen (Algen) und heterotrophen (Pilze) Thallophyten bezeichnet in der Absicht, damit einheitliche systematische Gruppen zu benennen. Nachdem es sich nun herausgestellt hat, daß die so



Schematische Darstellung der phylogenetischen Beziehungen der Pflanzenstämme zu einander, zu Flagellaten-Gruppen und zu Gruppen des Tierreiches. Die Organismengruppen pflanzlicher Natur (Vorherrschen autotropher Ernährung) sind durch grüne, jene tierischer Natur durch rote Linien gekennzeichnet. Die unterbrochene schwarze Kreislinie umgrenzt die Protophyten und Protozoen.

zusammengefaßten Typen sehr verschiedenen Stämmen angehören (so umfassen die Pilze im älteren Sinne die Myxophyten, die heterotrophen Schizophyten und die heterotrophen Euthallophyten), ist es am zweckmäßigsten, die beiden Namen nicht im systematischen, sondern nur im biologischen Sinne zu gebrauchen und mit dem Namen „Algen“ ganz im allgemeinen die autotrophen, mit dem Namen „Pilze“ die heterotrophen Formen der ersten sechs Stämme zu bezeichnen.

Die Unterscheidung von sieben Pflanzenstämmen schließt natürlich nicht

aus, daß mehrere derselben entwicklungsgeschichtlich auf eine Organismengruppe einfachsten Baues zurückzuführen sind. Tatsächlich finden wir in der großen Gruppe der Flagellaten eine solche, deren heutige Vertreter mehr oder minder deutliche Beziehungen zu den einfachsten Formen der meisten der genannten Stämme aufweisen. Diese Tatsache ist um so bemerkenswerter, als bekanntlich die Flagellaten auch Beziehungen zu Gruppen tierischer Organismen zeigen.

Die vielfachen morphologischen und biologischen Ähnlichkeiten der einfachsten Repräsentanten mehrerer Pflanzenstämme *(Myxophyta, Zygophyta, Phaeophyta, Euthallophyta)* mit Protozoen finden darin ihre Erklärung.

Eine Vorstellung von den möglichen Beziehungen der Pflanzenstämme zu dem Typus der Flagellaten einerseits, zu Protozoen anderseits gibt die auf Seite 63 abgedruckte schematische Darstellung[4]).

Die systematische Stellung der Flagellaten läßt sich folglich dahin präzisieren, daß die Flagellaten jenen Typus einfachster Organismen repräsentieren, von dem nach verschiedenen Richtungen einerseits Organismenreihen ausstrahlen, die wir als Pflanzen bezeichnen, anderseits Organismen, die wir dem Tierreiche zuzählen.

Eine kurze Besprechung der Flagellaten sei darum hier der Behandlung der Pflanzenstämme vorausgeschickt.

---

[4]) Vgl. auch Rosen F. in Cohns Beitr. z. Biolog. d. Pfl., VIII. Bd., 1902. — Scherffel A., vergl. die Zitate auf d. nächsten Seite!

Flagellatae.[1])

Stets einzellig. Zelle mit deutlich differenziertem Zellkern und mit kontraktilen Vakuolen. Vegetative Stadien beweglich und mit einer oder mehreren Geißeln (Flagellen, Abb. 26), seltener festsitzend und geißellos (Abb. 27) oder amöbenartig (Abb. 25). Ernährung heterotroph (animalisch oder saprophytisch oder parasitisch) oder autotroph; oft mehrere Ernährungs-

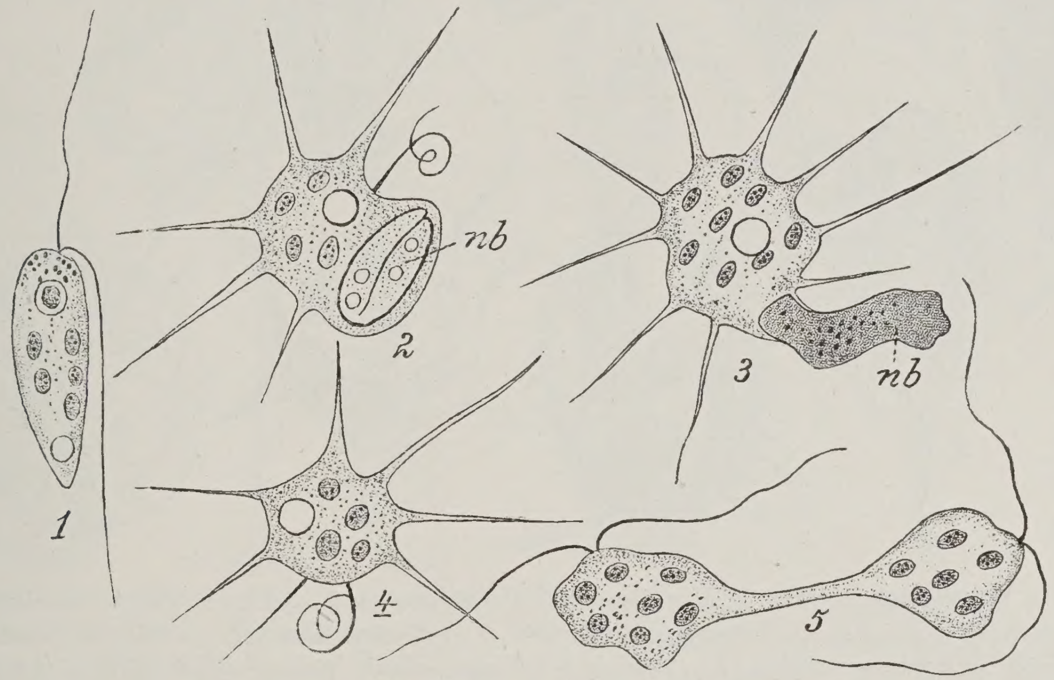


Abb. 25. Flagellaten. — *Pantostomatineae. Cercopodo radiatus.* — Fig. 1. Freischwimmend. — Fig. 2—4. Auf festem Substrate kriechend; *nb* Nahrungsballen, in Fig. 3 werden die Reste desselben ausgestoßen. — Fig. 5. Teilungsstadium. — Stark vergr. — Nach Klebs.

arten nebeneinander. Die autotrophen Formen mit Chromatophoren. Fortpflanzung asexuell durch Längsteilung, meist im geißeltragenden Zustande, manchmal in der Ruhe. Unbewegliche Ruhezustände (Cysten).

Die wichtigsten Gruppen sind:

---

[1]) Bütschli O., Die Protozoen in Bronn, Klass. u. Ord. d. Tierr., Bd. 1, Abt. 2, 1883 bis 1888. — Klebs G., Flagellaten-Stud. Zeitschr. f. wissenschaftl. Zool., Bd. LV, 1892. — Senn G. in Engler u. Prantl, Natürl. Pflanzenfamilien, I. 1a., S. 93, 1900 und die dort zitierte Literatur. — Scherffel A., *Phaeocystis globosa* nebst Betr. üb. d. Phylogenie nied. Org. Wissenschaftliche Meeresunters., N. F., IV., 1900; Kl. Beitr. zur Phylog. einig. Grupp.

A. Gruppen[2]) mit heterotropher Ernährung, ohne Chromatophoren.

(Tierische Flagellaten.)

1. ***Pantostomatineae*** (Abb. 25, Fig. 1—5, Abb. 26, Fig. 6). Alle Stellen der Zelloberfläche können mit Pseudopodien feste Nahrung aufnehmen.

Im Süßwasser und marin. — *Cercopodo.*

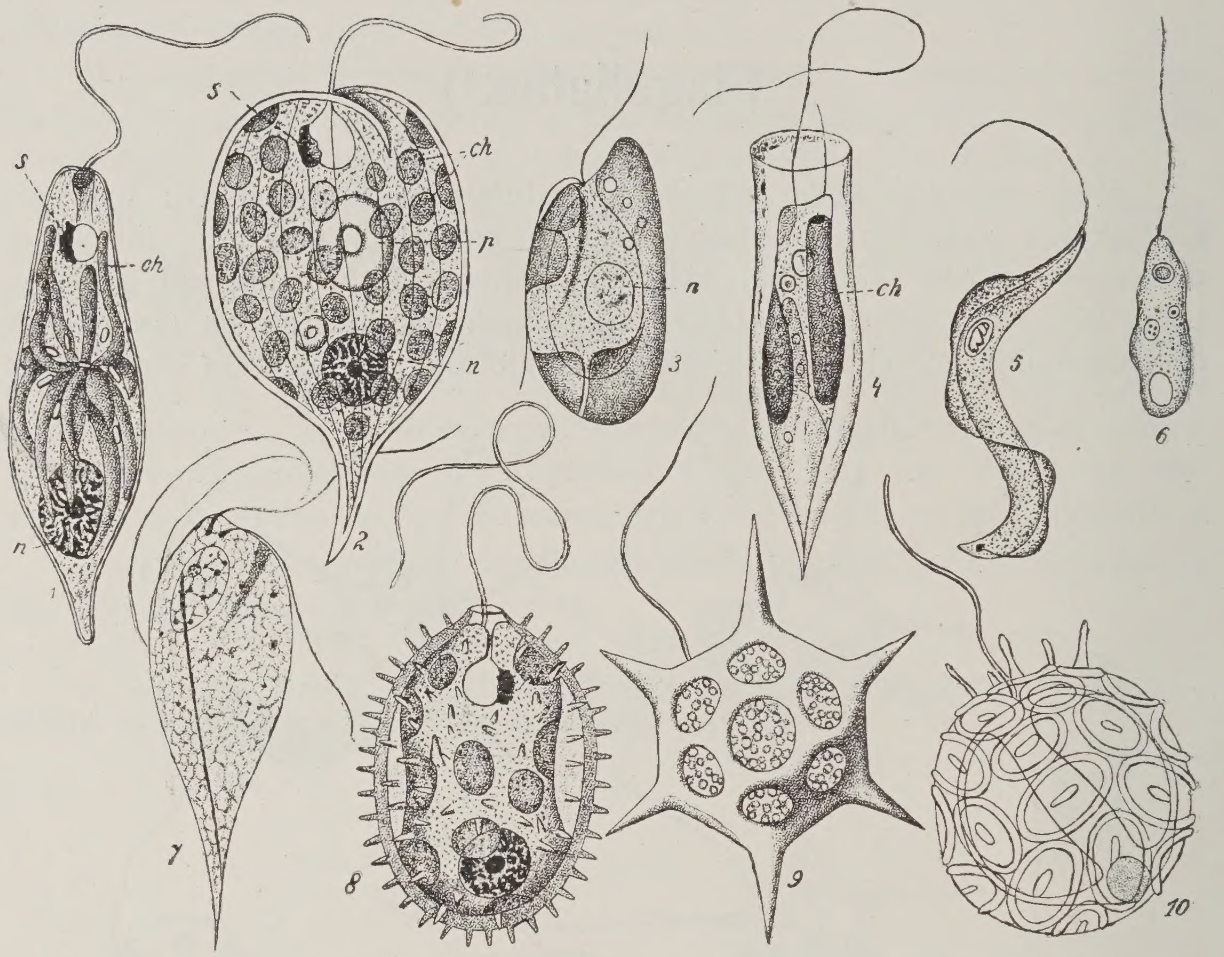


Abb. 26. Flagellaten. — Fig. 1. *Euglena viridis (Euglenineae).* — Fig. 2. *Phacus pleuronectes (Euglenineae).* — Fig. 3. *Rhodomonas baltica (Cryptomonadineae).* — Fig. 4. *Dinobryon Sertularia (Chrysomonadineae).* — Fig. 5. *Trypanosoma tineae (Protomastigineae).* — Fig. 6. *Mastigamoeba invertens (Pantostomatineae).* — Fig. 7 *Trichomastix lacertae (Protomastigineae).* — Fig. 8. *Trachelomonas hispida (Euglenineae).* — Fig. 9. *Distephanus speculum (Silicoflagellatae).* — Fig. 10. *Syracosphaera pulchra (Coccolithophorineae).* — *n* Kern, *s* Stigma, *ch* Chromatophor, *p* Paramylon. — Alle Fig. stark vergr. — Fig. 1, 2, 8 nach Senn, 3 nach Karsten, 4 nach Klebs, 5 u. 6 nach Pascher, 7, 9, 10 nach Hartmann.

---

nied. Org. Bot. Zeitg., 59. Jahrg., 1901. — Lemmermann E., *Silicoflagellatae.* Ber. d. deutsch. bot. Ges., XIX., 1901. — Blackmann F. F., The primitive *Algae* and the *Flagell.* Ann. of Bot., 1900. — Lohmann H., Die *Coccolithophoridae*, eine Monographie etc. Arch. f. Protistenk., I., 1902. — Oltmanns F., Morphol. u. Biol. d. Algen, 2 Bände, 1904 u. 1906. — Lemmermann E., Algen. Kryptogamenfl. d. M. Brandenb., III. Bd., 1907 u. 1908. — Pascher A., Süßwasserflora. Heft 1 u. 2, 1913 u. 1914. — Doflein F., Lehrb. d. Protozoenk., 4. Aufl., 1916. — Hartmann M. und Schilling C., Die pathog. Protoz. 1917.

[2]) Hartmann M. und Schüssler H. (Handwörterbuch d. Naturw., III. Bd., 1913) geben folgende Einteilung der Flagellaten: I. *Rhizomastigina*; II. *Protomonadina*; III. *Binucleata*; IV. *Hypermastigina*; V. *Chromomonadina (Chrysmonadina + Cryptomadina)*;

2. ***Distomatineae.*** Aufnahme fester Nahrung an zwei symmetrisch angeordneten Mundstellen.

In verunreinigten Wässern, mehrere Arten im Darminhalte von Tieren.

3. ***Protomastigineae*** (Abb. 26, Fig. 5 und 7, Abb. 27, Fig. 1—3). Aufnahme fester Nahrung nur an einer einzigen Mundstelle oder eine solche fehlt ganz..

Im Süßwasser oder marin, manche Formen endoparasitisch, so *Trypanosoma gambiense*, Erreger der Schlafkrankheit, *T. Brucei*, Erreger der Tsetse- oder Naganakrankheit der Huftiere, *T. Evansi*, Erreger der Surra vieler Säugetiere.

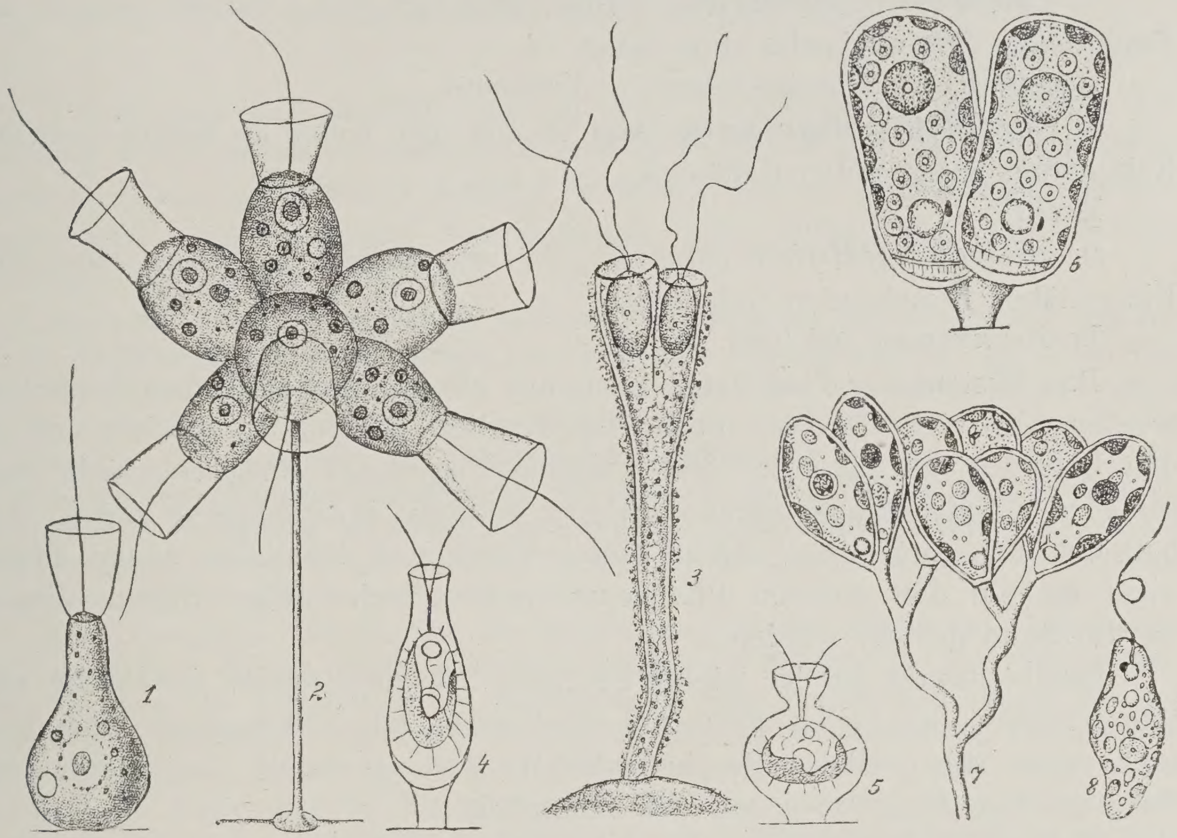


Abb. 27. Festsitzende Flagellaten. — Fig. 1. *Monosiga ovata (Protomastigineae)*. — Fig. 2. *Codonosiga botrytis (Protomastigineae)*. — Fig. 3. *Rhipidodendron splendidum (Protomastigineae)*. — Fig. 4. *Derepyxis amphoroides (Chrysomonadineae)*. — Fig. 5. *D. bacchanalis*. — Fig. 6. *Colacium calvum (Euglenineae)*. — Fig. 7. *C. arbuscula*. — Fig. 8. Schwärmer von *Colacium vesiculosum*. — Alle Fig. stark vergr. — Fig. 1, 2 nach France, 3, 6, 7 nach Stein, 8 nach Lemmermann.

B. Gruppen mit vorherrschend autotropher Ernährung, mit Chromatophoren.

(Pflanzliche Flagellaten.)

4. ***Chrysomonadineae*** (Abb. 26, Fig. 4, Abb. 27, Fig. 4). Chromatophoren gelb oder braun. Stoffwechselprodukt fettes Öl oder Leukosin.

Sehr verbreitet im Süßwasser, bes. im Plankton. — *Synura, Dinobryon, Hydrurus*. — *Chromulina Rosanoffii* erzeugt den „Goldglanz" der Wasseroberfläche.

VI. *Chloromonadina*; VII. *Euglenoidina*; VIII. *Phytomonadina*. Ordnung V—VII umfaßt die Flagellaten mit pflanzlicher Ernährung (Gruppe 4—9), Ordnung VIII umfaßt die *Volvocales* (vgl. S. 148).

5. ***Cryptomonadineae*** (Abb. 26, Fig. 3). Chromatophoren braun, rötlich oder grün. Stoffwechselprodukt Stärke.

Im Süßwasser und marin. — Hieher wohl auch die als „*Zooxanthella*“ bekannten, symbiotisch lebenden *Chrysidella*-Arten.

6. ***Euglenineae*** (Abb. 26, Fig. 1, 2 und 8, Abb. 27, Fig. 6—8). Chromatophoren grün. Vakuolensystem am Vorderende. Stoffwechselprodukt fettes Öl und Paramylon.

Vorherrschend in unreinem Wasser, einzelne in Tieren. — Manche Arten bewirken intensive Färbungen des Wassers, so *Euglena viridis*, *E. sanguinea* u. a. — *Phacus*, *Trachelomonas*.

7. ***Chloromonadineae.*** Chromatophoren grün. Vakuolensystem am Vorderende. Stoffwechselprodukt fettes Öl.

Hauptsächlich Schlammbewohner. — *Vacuolaria*.

8. ***Coccolithophorineae*** (Abb. 26, Fig. 10). Zellen im Innern eines aus Kalkplatten bestehenden Gehäuses.

Marin.

9. ***Silicoflagellatae*** (Abb. 26, Fig. 9). Zellen im Innern eines aus Kieselstäben bestehenden Gehäuses.

Im Meereswasser und fossil.

Das System der Flagellaten kann nur als ein provisorisches betrachtet werden, da viele Formen noch unzulänglich bekannt sind. Man erhält den Eindruck, als ob unter den lebenden Flagellaten Endglieder sehr verschiedener Entwicklungsreihen vorliegen würden; infolgedessen und in Anbetracht der „tierischen“ Natur vieler Flagellaten kann der ganze Typus nicht als ein den anderen Pflanzenstämmen gleichwertiger Stamm diesen an die Seite gestellt werden.

Beachtenswert ist der leichte Übergang von autotropher Ernährung zur heterotrophen bei vielen Formen[3]), verbunden mit Chromatophorenverlust oder sogar rhizopodialer Beschaffenheit[4]); dies erschwert die Abgrenzung der tierischen Flagellaten von den pflanzlichen.

Wie schon erwähnt wurde, zeigen einzelne Gruppen der Flagellaten deutliche Beziehungen zu den primitivsten Formen einiger Pflanzenstämme[5]), so daß mehrfach (z. B. bei den *Peridinieae*, bei den *Volvocales* u. a.) mit Recht die Frage aufgeworfen werden kann, ob diese nicht zu den Flagellaten zu stellen sind. Die Beantwortung der Frage ist — unter Festhaltung der genetischen Beziehungen — nicht so sehr eine wissenschaftliche, als vielmehr eine der systematischen Zweckmäßigkeit. Eine ungezwungene Abgrenzung der Flagellaten gegenüber den hier in Betracht kommenden Pflanzenstämmen ergibt sich, wenn man unter den Flagellaten nur die Formen ohne sexuelle Fortpflanzung zusammenfaßt.

---

[3]) Vgl. z. B. Zumstein H., Zur Morphol. u. Physiolog. v. *Euglena gracilis*. Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 34. — Ternetz Ch., Beitr. zur Morph. u. Physiolog. d. *Euglena gracilis*. Jahrb. f. wissensch. Bot., 1912.

[4]) Vgl. Pascher A., Flagellaten u. Rhizop. Arch. f. Prot.-Kunde, Bd. XXXVIII, 1917.

[5]) Vgl. auch Pascher A., Über Flagell. u. Algen., Ber. d. deutsch. bot. Ges., XXXII., 1914.

I. Stamm. Myxophyta.

Organismen mit heterotropher, u. zw. durchwegs saprophytischer Ernährung, deren vegetative Stadien aus membranlosen Zellen oder Protoplasmamassen (Zellenaggregaten) gebildet werden. Erstes Entwicklungsstadium flagellatenähnlich. Sexuelle Fortpflanzung und antithetischer Generationswechsel (vgl. S. 38).

Der Stamm weist zu keinem der anderen Pflanzenstämme Beziehungen auf, dagegen ist die Ähnlichkeit mit Formen, welche den Flagellaten (*Pantostomatineae*, vgl. S. 66) oder dem Tierreiche (Rhizopoden) zugezählt werden, sehr groß. Dies ist auch der Grund, warum die Myxophyten wiederholt (De Bary, Zopf, Doflein) mit diesen unter dem Namen *Mycetozoa* zu einer systematischen Gruppe vereinigt wurden. Eine Abgrenzung der Myxophyten von den myxophytenähnlichen Tieren erscheint aber bei Festhaltung der zweifellosen innigen genetischen Beziehungen zwischen den beiden Gruppen immerhin möglich. Die Einreihung der *Myxophyta* unter die Pflanzen ist aber nach dem Gesagten eine mehr konventionelle, als sachlich geforderte.

Die genetischen Beziehungen der Myxophyten zu den Flagellaten ergeben sich nicht nur daraus, daß das Schwärmerstadium, welches der Keimung der Spore unmittelbar folgt, durchaus die Organisation der Flagellaten aufweist, sondern auch daraus, daß bei Flagellaten verschiedener systematischer Zugehörigkeit Plasmodienbildung, ja sogar Bildung von Stadien, die den Sporenbehältern der Myxophyten ähnlich sind, nachgewiesen wurde.[1]) Die Abgrenzung der Myxophyten von den Flagellaten ist jedoch leicht durchführbar in Anbetracht der sexuellen Fortpflanzung und des Generationswechsels der ersteren.

Die lange Zeit zu den Myxophyten gestellten *Labyrinthuleae* werden jetzt wohl mit Recht zu den Protozoen gezählt. Für die ebenfalls bisher zu den Myxophyten gezählten *Phytomyxineae* wurde die nahe Verwandtschaft mit den *Chytridiales* unter den Pilzen nachgewiesen. Selbst die Zugehörigkeit der *Acrasieae* zu den Myxophyten erscheint etwas zweifelhaft.

Eine Gliederung in Kohlensäure assimilierende („Algen“) und nicht assimilierende Formen („Pilze“) findet sich nicht; alle Myxophyten gehören dem zweiten Typus an. Sie bilden nur eine Klasse:

Myxomycetes, Schleimpilze[2]).

Die Schleimpilze enthalten niemals Chlorophyll. Bei der Keimung der Spore tritt der Inhalt derselben unter Zerreißung der Membran oder Ab-

---

[1]) Vgl. Pascher A., Über die Myxomyceten. Ber. d. deutsch. bot. Ges., Bd. XXXVI, 1918.

[2]) Vgl. De Bary A., Die Mycetozoen. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie, X. Bd., 1859 u. 1867. — Rostafinski J. T., Sluzowce (*Mycetozoa*), Paris 1875. — Schröter J. in Engler u. Prantl, Natürl. Pflanzenfam., I. Teil, 1. Abt., S. 1, 1892. — Lister A., A Mono-

werfen eines Deckelstückes vollständig heraus (Abb. 28, Fig. 1) und bildet zunächst einen hautlosen Schwärmer (Abb. 28, Fig. 3 und 4), der zumeist eine Cilie trägt und durch Schwingen derselben sich bewegt. Später wird die Beweglichkeit der Schwärmer geringer, sie ziehen die Cilien ein und bewegen sich durch Ausstrecken von Fortsätzen (Pseudopodien) nur amöbenartig (Myxamöben, Abb. 28, Fig. 2). Schwärmer und Myxamöben vergrößern sich durch Nahrungsaufnahme und vermehren sich durch Teilung; sie besitzen stets einen Zellkern. Nach längerer oder kürzerer Zeit erfolgt

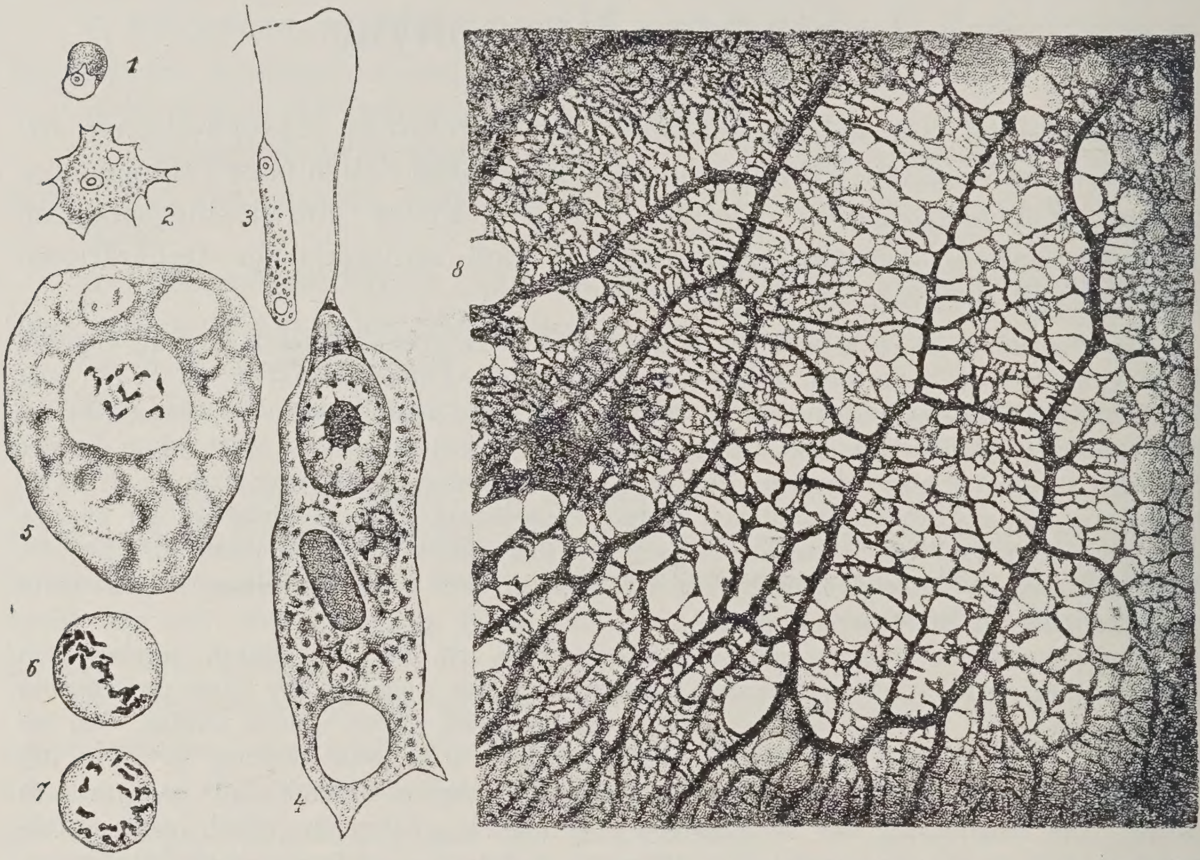


Abb. 28. Vegetative Stadien von Myxomyceten. — Fig. 1. Keimende Spore v. *Didymium difforme*. — Fig. 2. Myxamöbe. — Fig. 3. Schwärmer v. *D. complanatum*. — Fig. 4. Schwärmer v. *Amaurochaete fuliginosa*. — Fig. 5. Haploide Myxamöbe v. *Physarum didermoides*. — Fig. 6 u. 7. Kerne aus einem diploiden Plasmodium desselben. — Fig. 8. Stück aus einem Plasmodium v. *Badhamia utricularis*. — Fig. 1, 2, 3, 8 schwach, 4—7 stark vergr. — Fig. 1—3 nach Cienkowski, 4—7 nach Jahn, 8 nach Lister.

die Kopulation je zweier Myxamöben und die Vereinigung der so gebildeten Myxamöbo-Zygoten zu größeren Plasmamassen, den Plasmodien (Abb. 28,

graph of the *Mycetozoa*, London 1894; 2. ed. by G. Lister, London 1911. — Jahn E., Myxomycetenstudien. I. Ber. d. deutsch. bot. Ges., XIX. Bd., 1900; II. a. a. O., XX. Bd., 1902; III. a. a. O., XXII. Bd., 1904; IV. a. a. O., XXIII. Bd., 1905; V. a. a. O., XXIV. Bd., 1906; VI. a. a. O., XXV. Bd., 1907; VII. a. a. O., XXVIa. Bd., 1908; VIII. a. a. O., XXIX. Bd., 1911. — Olive E. W., Monogr. of the *Acrasieae*. Proc. Boston Soc. Nat. Hist., 30., 1902. — Schinz H., Die Myx. d. Schweiz. Mitt. Naturw. Ges. Winterthur, VI., 1906; *Myxogasteres* in Rabenh. Krypt.-Flora, 2. Aufl., 1915. — Lister A. a. G., Synops. of the ord. gen. etc. of Myc. Journ. of Bot., 45. Vol., 1907. — Lotsy J. P., Vortr. üb. bot. Stammesgesch., I., 1907.

Fig. 8); dabei treten entweder die Myxamöben bloß zusammen, ohne ihre Selbständigkeit zu verlieren: Aggregatplasmodien *(Acrasieae)*, oder sie verschmelzen vollkommen: Fusionsplasmodien (Abb. 28, Fig. 8). Die Plasmodien sind von wechselnder Größe (bis $1^1/_2$ Quadratmeter Flächenausdehnung bei *Brefeldia*) und Gestalt; sie treten bald als kompakte, schleimige Klumpen, bald als aderig verzweigte Stränge auf und bewegen sich auf dem Substrate durch Ausstrecken von Pseudopodien. Die Bewegungen werden wesentlich durch Außenfaktoren (Feuchtigkeitsdifferenzen des Substrates oder der umgebenden Luft usw.) beeinflußt und gehen auf rhythmisch verlaufende Strömungen im Protoplasma zurück[3]).

Die Farbe der Plasmodien ist vielfach eine sehr lebhafte und von der Färbung der reifen Sporen unabhängige (weiß z. B. bei *Stemonitis*, gelb bei *Fuligo*, rot bei *Lycogala* etc.). Die Ernährung der Plasmodien[4]) ist gleichwie die der Myxamöben eine saprophytische; sie geht in der Weise vor sich, daß die Nährstoffe entweder aus der Umgebung (Substrat) osmotisch aufgenommen oder den vom Plasma umhüllten Gegenständen entnommen werden. Am häufigsten finden sich Myxomyceten auf faulenden vegetabilischen Körpern (Holz, Stengeln, Hutpilzen, Exkrementen von Phytophagen). Bei Eintritt ungünstiger äußerer Bedingungen (Wärmemangel, Trockenheit) können in jedem Stadium des vegetativen Lebens Ruhezustände eintreten; sie bestehen darin, daß Schwärmer und Myxamöben sich abrunden und mit einer Haut umgeben (Mikrozysten), daß Plasmodien sich in harte, kugelige oder unregelmäßig geformte Körper umwandeln (Makrozysten, bzw. Phlebomorphen). Bei Eintritt günstiger Verhältnisse kann der ursprüngliche Zustand wieder angenommen werden. Die ungestörte Fortentwicklung der Plasmodien führt zu Sporenbehältern (Sporozysten, Sporangien) oder Sporenträgern, welche die Sporen entweder im Innern einer Hülle (Endosporeen) oder an der Außenfläche (Exosporeen) bilden. Die Sporenbehälter sind von sehr verschiedener und zumeist regelmäßiger Gestalt, sie können kugelig, walzenförmig, keulenförmig, glockenförmig sein; zuweilen bilden sie große, kuchenartige, zusammenhängende Massen von unbestimmter Form: Plasmodiocarpien. Sporenbehälter können sich wieder zu größeren Aggregaten verbinden: Aethalien. Bei der Bildung derselben geht aus einem Teile des Plasmodien-Plasmas eine häutige Unterlage, eine häutige Hülle, vielfach auch ein Stiel als Träger hervor; hierbei spielt Eintrocknung eine Rolle. Die Hauptmasse des Plasmas wird zur Bildung der Sporen verwendet; vor der Sporenbildung tritt Reduktionsteilung ein. Häufig entstehen bei Endosporeen neben den Sporen Bildungen, die als Capillitium[5])

---

[3]) Vouk V., Unters. üb. d. Bewegung d. Plasmodien. Denkschr. d. Akad. d. Wissensch. Wien, 1912.

[4]) Vgl. Čelakovský L. j., Über die Aufnahme lebender und toter verdaulicher Körper in die Plasmodien der Myxomyceten. Flora, 1892.

[5]) Harper R. and Dodge B. O., The format. of the capillit. in Myxomyc. Ann. of Bot., XXVIII. Bd., 1914.

bezeichnet werden. Dasselbe besteht bald aus festen, einfachen oder verzweigten, stielrunden oder abgeplatteten Fäden, Stereonemata, bald aus hohlen Fasern, Coelonemata, die mannigfache Skulpturen (Stacheln, Schraubenleisten etc.) aufweisen. Die hohlen Capillitiumfasern enthalten

Abb. 29. Sporenbehälter von Myxomyceten. — Fig. 1. *Arcyria ferruginea.* — Fig. 2. Capillitium von *Lamproderma violaceum*, darunter mehrere Sporenbehälter bei schwacher, darüber ein Sporenbehälter bei stärkerer Vergr. — Fig. 3. *Physarum pusillum.* — Fig. 4. *Craterium minutum.* — Fig. 5. *Hemitrichia serpula.* — Fig. 6. *H. chrysospora.* — Fig. 7. *Comatricha typhoides.* — Fig. 8. *Lamproderma columbinum.* — Fig. 7, 8 schwach, 1, 2, 3—6 stärker vergrößert. — Nach Lister.

niemals Plasma; die Skulpturen werden aus dem umgebenden Plasma außen abgelagert. Nicht selten ist in die Unterlage, die Hülle oder das Capillitium kohlensaurer Kalk abgelagert. Die Sporen sind am häufigsten kugelig, stets einzellig, und besitzen vielfach netzig oder stachelig skulpturierte Wände, die gleichwie die Capillitiumfasern aus eiweißartigen Substanzen (Keratinen)

bestehen[6]); die Farben der Sporen rühren von Tinktionen der Zellwand her; unter ihnen sind violette und violettbraune, dann rote und gelbe am häufigsten.

Zwischen der einen Sexualakt darstellenden Kopulation der Myxamöben[7]) und der vor der Bildung der Sporen eintretenden Reduktion finden geradeso wie zwischen letzterer und der nächsten Kopulation vegetative Teilungen statt, so daß der ganze Entwicklungszyklus sich als antithetischer Generationswechsel darstellt. Es ist charakteristisch, daß die der Diplophase angehörenden Stadien (Plasmodien, junge Sporenbehälter) in höherem Maß dem Leben außerhalb des wasserreichen Substrates, also anderen Lebensbedingungen als die Stadien der Haplophase angepaßt sind.

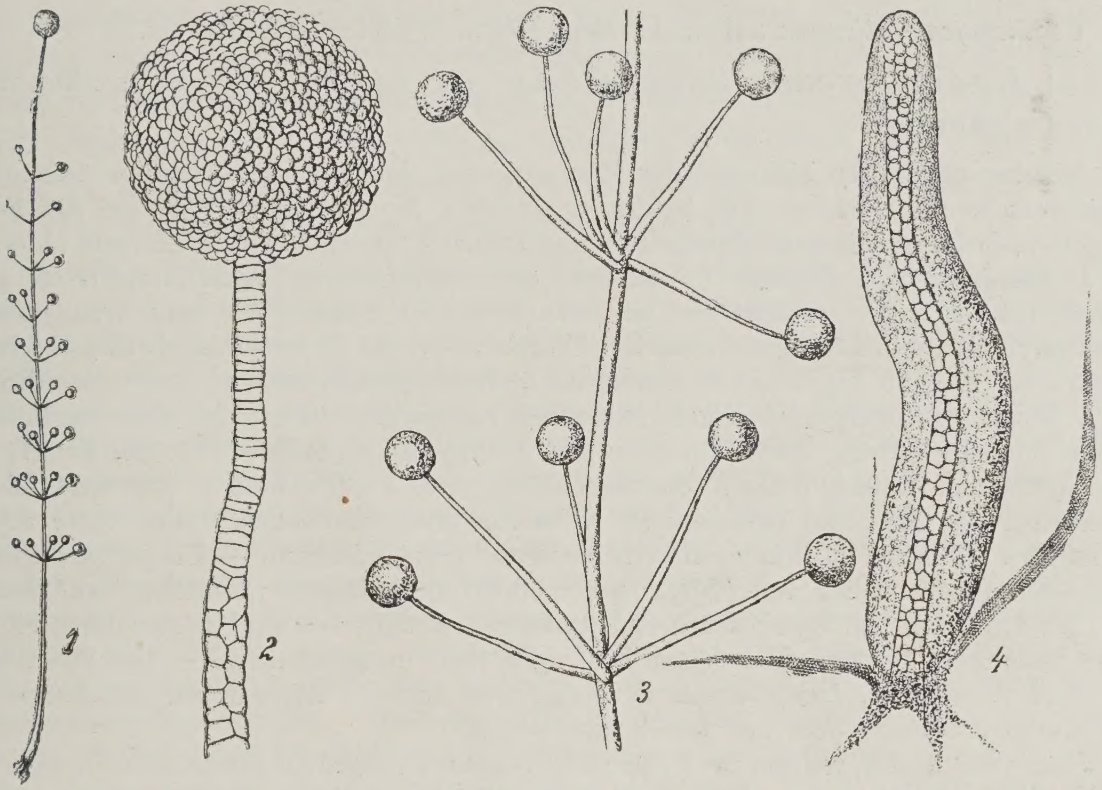


Abb. 30. *Acrasieae, Polysphondylium violaceum.* — Fig. 1. Reifer Sporenbehälter. — Fig. 2. Einzelner Wirtelast. — Fig. 3. Stück eines Sporenbehälters. — Fig. 4. Anlage eines Sporenbehälters. — Fig. 1 schwach, die übrigen stärker vergr. — Nach Brefeld.

Die Klasse der Myxomyceten umfaßt nach dem derzeitigen Stande der Kenntnisse ungefähr 55 Gattungen mit beiläufig 450 Arten; die meisten derselben sind aus den gemäßigten Gebieten Europas und Nordamerikas bekannt geworden. Mehrere Arten, wie *Stemonitis fusca, Physarum cinereum, Fuligo septica, Lycogala epidendrum* u. a. sind Kosmopoliten.

---

[6]) Vgl. Wettstein F., Das Vorkommen v. Chitin etc. Sitzber. d. Akad. d. Wissensch. Wien, 130. Bd., 1921.

[7]) Da die Kopulation im Myxamöbenstadium eintritt, ist die Angabe, daß sexueller Dimorphismus der Plasmodien existiert, nicht sehr wahrscheinlich (vgl. Pinoy E. in C. R. des séances d. l. soc. de Biol., tom. 64., 1908); eher wäre sexueller Dimorphismus im Myxamöbenstadium zu erwarten.

1. Ordnung. *Acrasieae.*[8])

Aggregratplasmodien.

Systematische Stellung der Ordnung unsicher. Hierher u. a. *Copromyxa protea* auf altem Miste, 1—2 Millimeter hohe, spindelförmige, gelblichweiße Körper bildend. — *Dictyostelium mucoroides*, mucorähnlich, auf ähnlichen Substraten. — *Polysphondylium violaceum* auf Mist. Sporenbehälter zirka 1 Zentimeter hoch, mit wirteligen Ästen (Abb. 30, Fig. 1—4).

2. Ordnung. *Myxogasteres.*

Fusionsplasmodien.

a) ***Exosporeae.*** Der Sporenträger erhält kleine rundliche Ausstülpungen, die schließlich als Sporen abfallen. Sporen vor der Keimung mehrkernig.

Ceratiomyxa fruticulosa auf moderndem. Holze. Weißliche Plasmodien.

b) ***Endosporeae.*** Sporenbildung im Inneren der Sporenbehälter. Sporen einkernig.

Hierher gehört die Mehrzahl der Myxomyceten, darunter sind viele auf faulendem Holze verschiedener Bäume sehr häufig, so *Tubifera ferruginosa* (= *Tubulina cylindrica*) mit rotem, erdbeerähnlichem Plasmodium und braunen Sporenbehältern, *Arcyria* (Abb. 29, Fig. 1) *nutans* und *A. denudata* (= *punicea*) mit netzförmigem Capillitium, erstere gelb, letztere rot, *Lycogala epidendrum* mit zinnoberrotem Plasmodium und braungrauem, gasteromycetenähnlichem Sporenbehälter, *Trichia varia* und *T. favoginea* (= *chrysosperma*), *Hemitrichia* (Abb. 29, Fig. 5 und 6) *clavata* mit gelben Sporenbehältern, deren Capillitium-Fasern schraubige Skulpturen zeigen, *Reticularia Lycoperdon* mit großen, braunen, kuchenartigen Sporenbehältern, *Stemonitis fusca* und *Comatricha typhoides* (Abb. 29, Fig. 7) mit braunschwarzen, walzenförmigen Sporenbehältern etc. — Die weißen, speichelähnlichen Plasmodien von *Mucilago spongiosa* (= *Spumaria alba*) überziehen Halme, Äste u. dgl. und werden an diesen zu brüchigen aschenartigen Sporenbehältern. — Die gelben, oft sehr ausgedehnten Plasmodien von *Fuligo septica* bilden die bekannte „Lohblüte" auf Gerberlohe, Holzstrünken, in Gewächshäusern, Stallungen u. dgl.; sie werden zu ausgebreiteten Sporenbehältern, die von einer gelben brüchigen Hülle umgeben sind. — Die Plasmodien von *Diderma niveum*, *Lamproderma violaceum* und anderen Arten leben am Rande des schmelzenden Schnees oder auf dem Schnee selbst.

Jener Organismus, welcher die Ursache der Malaria ist und als *Plasmodium* beschrieben wurde (*Pl. malariae, vivax, praecox*), hat trotz der Übereinstimmung des Gattungsnamens mit der Bezeichnung für ein Myxomycetenstadium mit den Myxomyceten nichts zu tun. Neuere Untersuchungen haben den ganzen Entwicklungsgang dieses Organismus klargestellt und seine Einreihung unter die Protozoen, und zwar in die Gruppe der Hämosporidien bewirkt.

---

[8]) Skupienski F. X., Sur la sexual. chez une esp. de Myxomyc. Acrasiée. C. R. Ac. de Paris, CLXII., 1918.

II. Stamm. Schizophyta.

Einzellige Organismen, deren Zellen einzeln bleiben oder zu Cönobien sich verbinden. Die Zellen weisen eine Membran auf, jedoch keine Differenzierung des Inhaltes, welche der sonst im Pflanzenreiche so allgemein verbreiteten Differenzierung in Kern und Cytoplasma ganz entsprechen würde. Jedwede Art geschlechtlicher Fortpflanzung fehlt. Die Formen mit gefärbtem Inhalte besitzen neben dem Chlorophyll und Carotin einen zumeist blau erscheinenden Farbstoff, das Phycocyan.

Die Schizophyten bilden einen in sich geschlossenen, zu den Flagellaten und zu anderen Stämmen des Pflanzenreiches nicht einmal deutliche morphologische Beziehungen aufweisenden Pflanzenstamm. Sie repräsentieren zweifellos den einfachsten Typus pflanzlicher Organisation. Sie erscheinen in zwei Gruppen gegliedert, die so klare genetische Beziehungen zu einander aufweisen, daß sogar ihre Abgrenzung manchmal Schwierigkeiten bereitet. Die eine Gruppe *(Schizophyceae)* umfaßt Formen mit gefärbtem Zellinhalte, welche auch von anorganischen Verbindungen sich ernähren und daher dem Typus der „Algen“ zugezählt werden; die zweite Gruppe *(Schizomycetes)* enthält zumeist farblose, von organischen Verbindungen lebende Formen, die daher auch als „Pilze“ (Spaltpilze) bezeichnet wurden. Genetische Beziehungen zwischen Schizomyceten und anderen „Pilzen“ wurden wiederholt angenommen, konnten aber niemals erwiesen werden; ebenso sind keine Beziehungen der Spaltalgen zu anderen „Algen“ vorhanden. Wenn auch die Zusammengehörigkeit der beiden Klassen der Schizophyten klar ist, so ist es doch nicht leicht, den phylogenetischen Zusammenhang festzustellen. Nach allgemein biologischen Gesichtspunkten erscheint es ganz verständlich, daß die autotrophen Schizophyceen den ursprünglicheren, die heterotrophen Schizomyceten den abgeleiteten Typus darstellen. Doch spricht auch wieder manches für die größere Ursprünglichkeit der Schizomyceten (Vorkommen von Bewegungsorganen, größere Mannigfaltigkeit der Ernährungsart u. a.) Die hier angenommene Reihenfolge der Klassen ist daher nicht sicher eine genetische.

1. Klasse, Schizophyceae*), Blaualgen, Spaltalgen[1]).

Stets einzellig; einzeln lebend, oder die durch Teilung entstandenen Zellen bleiben zu Cönobien verbunden, welche je nachdem, ob die Teilungs-

*) = *Cyanophyceae.*

[1]) Vgl. Bornet E. et Flahault Ch., Revision des Nostocacées hétérocystées. Ann. sc. nat., 1886 u. 1887. — Kirchner O., Algenflora von Schlesien, 1878. — Gomont M., Monograph. des Oscillariées. Ann. sc. nat., 1892. — Hansgirg A., Algenflora von Böhmen, II., 1893. — Hansgirg A., Physiol. u. algolog. Studien, Prag 1887. — Kirchner O. in Engler u. Prantl, Natürl. Pflanzenfam., I. 1a., S. 45ff. und die dort zitierte Literatur. — Zacharias E., Über die Cyanophyceen, 1900. — Lotsy J. P., Vortr. üb. bot. Stammesgeschichte, I., 1907. — Lemmermann E., *Schizophyceae* in Kryptogamenfl. d. Mark Brandenb., III. Bd., 1907, und die dort zitierte Literatur. — Forti A., Syll. Myxophycea-

ebene immer in derselben oder in verschiedenen Richtungen liegt, fadenförmig, platten- oder klumpenförmig sind. Sämtliche Individuen eines Cönobiums sind gleichwertig, oder es findet sich eine Arbeitsteilung dadurch angedeutet, daß einzelne im vegetativen Zustande verharren, während andere zu Dauersporen oder zu Heterozysten werden, oder dadurch, daß ein Gegensatz zwischen Grund und Spitze des Cönobiums (besonders geformte „Apikalzellen") sich ausbildet.

Der Zellinhalt zeigt eine Differenzierung in einen gefärbten peripheren Teil („Chromatophor" oder Chromatoplasma) und einen farblosen zentralen Teil („Zentralkörper" oder Centroplasma, Abb. 31).

Abb. 31. Zellenstruktur der Schizophyceen. — Fig. 1—4. *Oscillatoria princeps*; Fig. 1 u. 2 Einzelzelle im Flächenbilde, Fig. 3 u. 4 Fadenstücke in der Seitenansicht; *ch* Chromatophor, *c* Zentralkörper; in Fig. 1 u. 3 sind die Glykogenkörner *g* im Zentralkörper deutlich sichtbar gemacht worden; *an* Anabäninkörner. — Fig. 5—7. *Oscillatoria anguina*; „Pseudomitosen". — Fig. 8. *Tolypothrix lanata*; *s* Scheide, *c* Cytoplasma, *ch* Chromatophoren, *cy* Cyanophycinkörner, *z* Zentralkörper, *ze* Zentralkörner (Eiweiß). — Fig. 9. Schema der Schizophyceen-Zelle. — Fig. 10. Fadenstück von *Oscillatoria Frœhlichii; ek* Ektoplasten, *ep* Epiplasten, *ed* Endoplasten. — Alle Figuren stark vergr. — Fig. 1—7 nach Fischer, 8 nach Kohl, Fig. 9 u. 10 nach Baumgärtel. (Die in der Figurenerklärung gebrauchten Bezeichnungen entsprechen den Auffassungen der genannten Forscher.)

Die Deutung dieser beiden Teile im Vergleiche mit den Zellteilen anderer Pflanzen ist noch kontrovers[2]). Hauptsächlich wurden bisher zwei Ansichten vertreten; nach der einen entspricht der Chromatophor dem Cytoplasma mit Chromatophoren, der Zentralkörper dem Kerne; nach der anderen repräsentiert der Zentralkörper das Cytoplasma, in dem mithin Differenzierung in Kern und Plasma noch nicht eingetreten wären. Die

rum, in De Toni, Syll. Alg., V., 1907. — Oltmanns F. in Handw. d. Naturw., IX. Bd., 1913. — Migula W., Die Spaltalgen. Stuttgart, 1916.

[2]) Vgl. insb. von neueren Arbeiten: Wager H., The cell-struct. of the Cyanoph. Proc. Roy. Soc., 72., 1903. — Kohl F. G., Üb. d. Organis. u. Phys. d. Cyanoph. Jena 1903. — Fischer A., Die Zelle der Cyanoph. Bot. Zeitg., 63., 1905. — Olive E. W., Mitot. divis. of the nuclei of the Cyanoph. Beih. bot. Zentralbl., XVIII., 1. Abt., 1905. — Guilliermond A., Contrib. à l'étude cytol. des Cyanoph. Rev. gen. d. Bot., XVIII., 1906. — Baumgärtel O., Das Problem der Cyanophyceenzelle. Arch. f. Protistenkunde, 41. Bd., 1920.

ersterwähnte Ansicht stützt sich u. a. darauf, daß im Zentralkörper an Mitosen erinnernde Bildungen vorkommen (vgl. Abb. 31, Fig. 5—7), nach der zweiten Ansicht bestehen dagegen diese Bildungen aus einem Kohlehydrat (Anabänin). Die ersterwähnte Ansicht wurde besonders von Kohl und Guilliermond, die letztere von A. Fischer vertreten.

Abb. 32. Schizophyceen. — Fig. 1. *Chroococcus turgidus*; 400fach vergr. — Fig. 2. *Gloeocapsa sanguinea*; 400fach vergr. — Fig. 3. *Nostoc sphaericum*, Kolonien in nat. Gr. — Fig. 3 *a*. Ein paar Fäden von *Nostoc verrucosum*; 500fach vergr. — Fig. 4. *Chamaesiphon confervicola*; 440fach vergr. — Fig. 5. *Rivularia minutula*; 200fach vergr. — Fig. 6. *Anabaena macrosperma*; 100fach vergr.; rechts ein Cönobium, links keimende Arthrosporen. — Fig. 7. *Plectonema Tommasinianum*; 220fach vergr. — Fig. 8. Fadenstück von *Spirulina major*. — Fig. 9. *Lyngbya aestuarii*; 150fach vergr.; rechts ein Faden mit Hormogonienbildung (*ho*). — In allen Figuren: *h* = Hererozysten, *sp* = Sporen. — Fig. 1, 2, 3 nach Cooke, Fig. 4, 5, 7 nach Hansgirg, Fig. 8 nach Gomont, Fig. 3 *a*, 6, 9 Original.

In neuester Zeit hat Baumgärtel die Verhältnisse genau untersucht (Abb. 31, Fig. 9 u. 10). Er unterscheidet den peripheren Teil als Chromatoplasma, welches die Assimilationspigmente in diffuser Verteilung enthält, von dem hyalinen Centroplasma. In diesem finden sich die Endoplasten (ein Gemisch von Proteiden), welche die Matrix für folgende zwei Plastenarten abgeben: die Epiplasten, welche bei optimalen Assimilationsbedingungen entstehen und aus einer resistenten Hülle von hochkondensierten Nucleoglykoproteiden, sowie aus einem weniger resistenten Kern, der nur Proteincharakter aufweist,

bestehen; die Ectoplasten, die bei überwiegend saprophytischer Lebensweise an der Peripherie des Centroplasmas auftreten und aus Proteinsubstanzen bestehen. Baumgärtel faßt daher das Centroplasma als einen primitiven Zellkern auf, der noch die spezifischen Kernfunktionen mit der Rolle der Kohlehydrat-Assimilatoren vereint.

Der Chromatophor erscheint durch einen zumeist blaugrünen (seltener roten, gelben oder braunen) Farbstoff tingiert; derselbe besteht aus Chlorophyll, Karotin und Phycocyan[3]). Die Membran des einzelnen Individuums zeigt sehr häufig eine Scheidung in eine sehr dünne, das Zellinnere umgebende Wandschicht und eine ausgeschiedene oder durch Verquellung der Wandschicht entstehende Gallerthülle. In der Membran finden sich Zellulose und Pektinstoffe, letztere besonders in der Gallerthülle[4]). Die Cönobien sind von unregelmäßig geformten Gallerthüllen oder von Scheiden umschlossen; Gallerthüllen und Scheiden zeigen nicht selten auffallende Färbungen. Erstes Assimilationsprodukt ist Glykogen. Als Reservestoffe kommen Cyanophycinkörner (Eiweiß) vor. Außerdem finden sich besonders im Inhalte vieler Planktonformen „Schwebekörperchen", deren Natur noch nicht vollkommen aufgeklärt ist[5]). Bei fadenförmigen Cönobien kommt Verzweigung oder „Scheinverzweigung" vor. Letztere kommt dann zustande, wenn die Fäden reißen und die Teilstücke aneinander vorbeiwachsen (Abb. 32, Fig. 7 und Fig. 5).

Die Vermehrung erfolgt in ausgiebigster Weise durch Teilung; überdies kommen als Fortpflanzungs-, bzw. Vermehrungsorgane Hormogonien und Dauersporen vor. Unter Hormogonien versteht man relativ kurze Zellreihen, in welche fadenförmige Cönobien zerfallen, und die frei werden und zu neuen Cönobien heranwachsen können (Abb. 32, Fig. 9, *ho*). Dauersporen (Arthrosporen) entstehen aus vegetativen Zellen dadurch, daß dieselben sich mit einer resistenzfähigen Membran umgeben; häufig ist Vergrößerung und Abrundung der Zellen, Änderung des Inhaltes und der Farbe derselben damit verbunden (Abb. 32, Fig. 3 und 6, *sp*). Die Dauersporen vermögen Zeiten ungünstiger Vegetationsverhältnisse (Winterkälte, Sommerdürre) zu überdauern und werden später zu Ausgangspunkten für neue Cönobien. Bei vielen fadenbildenden Formen treten in Form, Farbe und Größe abweichende, meist teilungsunfähige Zellen, Grenzzellen oder Heterozysten (Abb. 32, Fig. 3, 5 und 6, *h*) auf, welche häufig Zerfall oder Scheinverzweigung des Fadens einleiten, doch auch gelegentlich sich teilen können, was für ihre Deutung als umgebildete Arthrosporen spricht[6]); ähnliche Umbildungen vegetativer Zellen sind die „Konkavzellen", „Nekriden" und „Spaltkörper".

---

[3]) Vgl. Molisch H., Das Phycocyan, ein kristallisierbarer Eiweißkörper. Botan. Zeit., 1895, Heft 6. — In einigen Fällen wurde ein dem Phycoerythrin zum mindesten sehr nahe stehender Farbstoff nachgewiesen.

[4]) Vgl. Klein G., Zur Chemie der Zellhaut der Cyanoph. Sitzb. d. Akad. d. Wissensch. Wien, 124. Bd., 1915.

[5]) Vgl. Molisch H., Die sog. Gasvacuolen etc., Bot. Zeit., 1903.

[6]) Vgl. Geitler L., Versuch ein. Lös. d. Heterozysten-Prob. Sitz. d. Akad. d. Wissensch. Wien, 130. Bd., 1921.

Bei manchen fadenbildenden Formen zeigt sich eine kriechende oder gleitende Bewegung verbunden mit Rotationen um die Längsachse. Die Bewegung hängt mit Schleimabsonderung zusammen[7]); Cilien fehlen.

Die Ernährung der Schizophyceen ist autotroph, doch werden auch organische Stoffe verarbeitet[8]). In zirka 85 Gattungen allgemein verbreitet, besonders im süßen Wasser und an feuchten Stellen am Lande (Mauern, Erde etc.). Viele Formen finden sich an Orten, an denen ihnen organische Substanzen zur Verfügung stehen, nicht wenige Arten in Thermen (daselbst hohe Temperaturen ertragend, so *Calothrix calida* bis 62° C, *Aphanocapsa thermalis* bis 68° C, *Phormidium laminosum* bis 87° C). Mehrere Arten sind häufige Bestandteile des Planktons und erzeugen bei massenhaftem Vorkommen „Wasserblüten", so *Aphanizomenon flos-aquae, Microcystis-, Oscillatoria-, Clathrocystis*-Arten etc. Manche Arten speichern an der Oberfläche der Cönobien oder zwischen den Zellen in großer Menge Kalk auf (so z. B. *Scytonema-, Schizothrix-, Rivularia-, Gloeothece-, Aphanothece*-Arten u. a.), sie bilden Tuffe, Oolithe, Sinter, „Furchenstein" etc. (vgl. Abb. 33). Zahlreiche Schizophyceen treten auch als Komponenten von Flechten auf.

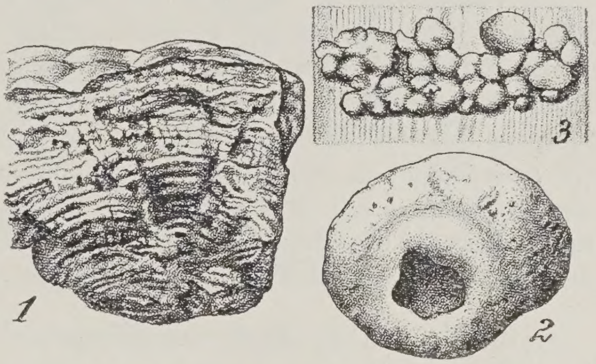


Abb. 33. Kalkspeichernde Schizophyceen. — Fig. 1. *Rivularia haematites*; ein Stück im Durchschnitte. — Fig. 2. Oolith von *Schizothrix lateritia*. — Fig. 3. *Inactis pulvinata*; einem Holzstücke aufsitzend. — Nat. Gr. — Original.

1. Ordnung. *Chroococcales.*

Einzellige Formen; die durch Teilung entstandenen Zellen werden sofort frei oder werden durch Gallerthüllen zu losen unregelmäßigen Massen oder endlich zu bestimmt geformten Körpern zusammengehalten. Vermehrung und Fortpflanzung durch Teilung, seltener durch Dauersporen.

Viele Arten an feuchten Mauern, Felsen, Glashausfenstern etc., andere im Plankton häufig, so *Gloeocapsa-, Aphanothece-, Aphanocapsa-, Chroococcus*-Arten (Abb. 32, Fig. 1 u. 2). — *Merismopedia* mit tafelförmigen Cönobien in stehenden Wässern.

2. Ordnung. *Chamaesiphonales.*

Einzellige und einzeln lebende Formen oder kurze fadenförmige Cönobien. Vermehrung durch sich abrundende Einzelindividuen, die durch Auflösen der gemeinsamen Hülle des Cönobiums frei werden. Dauersporen fehlen.

Chamaesiphon (Abb. 32, Fig. 4) *incrustans* häufig auf Fadenalgen im süßen Wasser. — *Hyella caespitosa* in Schnecken- und Muschelschalen im Meerwasser, *H. fontana* ebenso im Süßwasser.

---

[7]) Vgl. Harder R., Üb. d. Bew. d. Nostoc., Zeitschr. f. Bot., X. Bd., 1918.
[8]) Vgl. Pringsheim E. G., Zur Phys. d. Schizophyc., Beitr. z. Biol. d. Pfl., 12. Bd., 1913.

3. Ordnung. *Gloeosiphonales.*

Fadenförmige Cönobien. Fortpflanzung durch Hormogonien und Dauersporen. Heterozysten häufig.

1. Familie. **Oscillatoriaceae.** Fäden unverzweigt. Keine Heterocysten. Die Fäden der meisten Formen zeigen kriechende Bewegung.

Microcoleus mit büschelweise in gemeinsamer Hülle vereinigten Fäden. *M. vaginatus* sehr verbreitet. — *Lyngbya* (Abb. 32, Fig. 9) mit deutlichen Scheiden und am Ende geraden Fäden; häufige Arten: *L. maiuscula* und *confervoides* marin, *L. aestuarii* brackisch und im süßen Wasser. — *Oscillatoria* (= *Oscillaria*) ohne oder mit sehr zarten Scheiden und am Ende gekrümmten Fäden; häufige Arten: *O. limosa, O. princeps, O. tenuis; O. rubescens* tritt manchmal im Plankton in solchen Mengen auf, daß ganze Teiche und Seen rot gefärbt erscheinen. — *Phormidium*, Fäden durch die miteinander verschmelzenden Scheiden verklebt; sehr häufig: *Ph. subfuscum, autumnale.* — *Spirulina* mit schraubig gekrümmten Fäden (Abb. 32, Fig. 8).

2. Familie. **Nostocaceae.** Fäden unverzweigt. Heterozysten.

Nostoc (Abb. 32, Fig. 3 u. 3*a*), Fäden durch mächtige Gallerthüllen zu kugeligen oder häutigen Massen vereinigt. *N. commune*, auf feuchter Erde sehr verbreitet, besonders nach Regen auffallend, häutig-runzelige Körper bildend; *N. sphaeroides, coeruleum* u. a. kugelig. Mehrere Arten leben endophytisch, so *N. entophytum* in Blättern und Stengeln von Wasserpflanzen, andere Arten an oder in Laub- und Lebermoosen, z. B. in *Anthoceros, Blasia* (*N. sphaericum*), in den Wurzeln von *Cycas* und *Gunnera* (*N. punctiforme*). — *Anabaena* und *Aphanizomenon* mit freien Fäden; *Anabaena flos-aquae, Aphanizomenon flos-aquae* oft massenhaft auf der Oberfläche von Teichen und Seen als „Wasserblüte“ auftretend; *Anabaena macrosperma* (Abb. 32, Fig. 6) sehr verbreitet, *Anab. Azollae* endophytisch in *Azolla*-Blättern.

3. Familie. **Scytonemataceae.** Fäden mit Scheinverzweigungen, ohne haarförmige Enden.

Plectonema (Abb. 32, Fig. 7) ohne Heterozysten. — *Scytonema* mit Heterozysten, Fäden aus einer Zellreihe gebildet, z. B. *S. figuratum* und *S. myochroum* häufig ausgedehnte schwärzliche Überzüge auf feuchten Felsen bildend.

4. Familie. **Stigonemataceae.** Fäden mit „echten“ Verzweigungen, ohne haarförmige Enden.

Stigonema, Hapalosiphon.

5. Familie. **Rivulariaceae.** Fäden mit Scheinverzweigungen, am Grunde häufig mit Heterozysten, am Ende haarförmig ausgezogen.

Calothrix mit freien Fäden; *C. parietina* häufig auf feuchten Mauern, Balken u. dgl., *C. thermalis* verbreitete Thermalalge. — *Rivularia* (Abb. 32, Fig. 5), Fäden fächerförmig gruppiert, zu soliden Gallertlagern verbunden, häufig kohlensauren Kalk in großer Menge speichernd, ohne Dauersporen. *R. haematites* und *R. rufescens* bilden im süßen Wasser ausgedehnte, zonenartig geschichtete, vollkommen verkalkte Massen (Abb. 33, Fig. 1), *R. atra* und *R. polyotis* sind häufige marine Arten. — *Gloeotrichia* ähnlich gebaut, aber mit Dauersporen, *G. pisum* und *natans* sehr häufig im Süßwasser.

Einige wenig bekannte, auf Süßwasserpflanzen epiphytisch lebende Formen, die von den Rivulariaceen durch an beiden Enden haarförmig verjüngte Fäden verschieden sind, bilden die (6.) Familie der **Camptotrichaceae.**

2. Klasse. Schizomycetes, Spaltpilze, Bakterien[9]).

Stets einzellig; Zellen einzeln oder zu Cönobien verbunden; diese faden-, tafel- oder klumpenförmig, seltener fruchtkörperähnliche Bildungen von bestimmter Form darstellend (letzteres bei *Myxobacteria*). Alle Individuen eines Cönobiums sind gleich, nur bei den höchstentwickelten Formen ist eine Arbeitsteilung durch Differenzierung in basale und Fadenzellen angedeutet. Heterozysten fehlen. Die Zellen sind zum Teile die kleinsten bisher bekannten Pflanzenzellen (kleinste bisher bekannte Spaltpilze: *Micrococcus progrediens* mit einem Durchmesser von 0·15 μ und *Spirillum parvum* mit einer Dicke von 0·1 bis 0·3 μ; noch kleiner ist der Erreger der Lungenseuche der Rinder)[10]); sie weisen eine deutliche, aber nicht aus Zellulose, sondern aus Pektinstoffen (Zellulose bei *Bacterium xylinum*[11]) bestehende Membran auf, deren Außenschichten oft stark verschleimen (Kapselbakterien) und dann eine Vereinigung zahlreicher Individuen zu schleimigen, häutigen oder klumpigen Massen (Zoogloea) herbeiführen oder fadenförmige Cönobien mit Scheiden umgeben können. Das Zellinnere weist keine Differenzierung in Kern und Cytoplasma auf. Die Nukleine scheinen gleichmäßig im Plasma verteilt zu sein; wir haben es hier mit einem noch

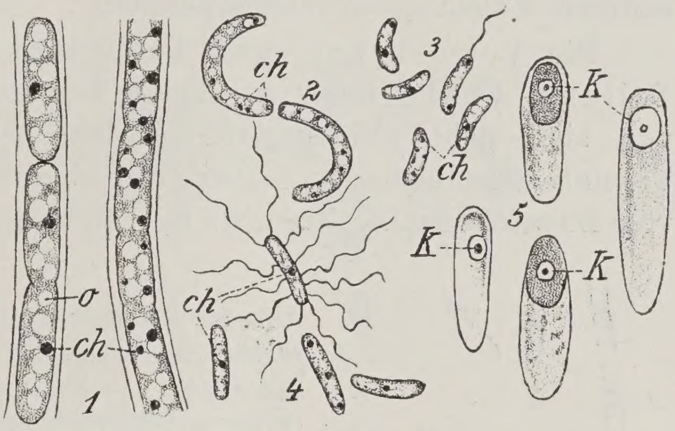


Abb. 34. Zellbau der Schizomyceten. — Fig. 1. *Cladothrix dichotoma.* — Fig. 2. *Spirillum undula.* — Fig. 3. *Spirillum comma.* — Fig. 4. *Bacillus typhi.* — Fig. 5. Sporenbildung v. *Bacterium Pasteurianum.* — In Fig. 1—4 bedeutet *ch* „Chromatinkörner", *o* Vacuolen; in Fig. 5 bezeichnet *k* die „Kerne". — Stark vergr. — Fig. 1—4 nach Fischer, Fig. 5 nach Meyer.

[9]) Zopf W., Die Spaltpilze, 3. Aufl., 1885. — Hueppe F., Die Formen der Bakterien, 1886; Die Methoden der Bakterien-Forschung, 5. Aufl., 1891; Naturwissenschaftliche Einführung in die Bakteriologie, 1896. — De Bary A., Vorlesungen über Bakterien, 2. Aufl., 1887. — Flügge, Die Mikroorganismen, 3. Aufl., 1896. — Fränkel, Grundriß der Bakterienkunde, 3. Aufl., 1890. — Baumgarten, Lehrbuch der pathol. Mykologie, 1890. — Eisenberg J., Bakteriologische Diagnostik, 3. Aufl., 1891. — Lustig, Diagnostik der Bakterien des Wassers, 2. Aufl., 1893. — Fränkel u. Pfeiffer, Mikrophotogr. Atl. d. Bakterienkunde, 1893. — Migula W. in Engler u. Prantl, Natürl. Pflanzenfam., I. Teil, 1. Abt., 1896; System d. Bakterien, Jena 1899 u. 1900. — Fischer A., Vorlesungen über Bakterien, 1897; 2. Aufl., 1903. — Kolle u. Wassermann, Handb. d. pathog. Mikroorg., 1903 bis 1906. — Lehmann u. Neumann, Bakteriol. Diagnostik, 5. Aufl., 1912. — Miehe H., Die Bakterien und ihre Bedeutung im prakt. Leben, 1907. — Lafar F., Techn. Mykologie, 2. Aufl., 1903. — Nadson G., Die Mikroorganism. als geol. Faktoren. Russisch. 1903. — Günther, Einf. i. d. Stud. d. Bakteriol., 6. Aufl., 1906. — Schmidt u. Weis, Die Bakterien, Jena 1902. — Benecke W., Bau und Leben der Bakterien, 1912. — Buchanan R. E., Stud. in the classific. and nomencl. of the bact. Journ. bact., 1918.

[10]) Vgl. Molisch H., Über Ultramikroorganismen. Bot. Zeitg., 1908, Heft 7.

[11]) Vgl. Wettstein F., in Sitz. d. Akad. d. Wissensch. Wien, 130. Bd., 1921.

nicht differenzierten Plasma zu tun (Archiplast). Bei Anwendung verschiedener Fixierungs- und Tinktionsmethoden gelingt es, eine dichtere Wandpartie des Plasmas und eine vakuolenreiche Zentralpartie nachzuweisen (Abb. 34), ferner relativ stark tingierbare Körperchen, die als „Chromatinkörner" bezeichnet werden. Nur bei der Sporenbildung treten Differenzierungen der Zellen auf, die an Kernbildungen erinnern (Abb. 34, Fig. 5)[12]. Bei den höchstentwickelten Formen *(Beggiatoa)* kommt ein Zentralkörper wie bei den Schizophyceen vor. Der Zellinhalt ist zumeist farblos, seltener erscheint er grünlich oder rosenrot; letzteres bei den Purpurbakterien, welche Bakteriochlorin und Bakteriopurpurin enthalten. Wenn die Kolonien von Spaltpilzen Farben aufweisen, so sind die Farbstoffe Ausscheidungsprodukte. Manchmal finden sich im Inhalte der Zellen stark lichtbrechende Schwefelkörnchen, in anderen Fällen „Schwebekörperchen".

Die Vermehrung und Fortpflanzung erfolgt in der Regel durch Teilung, welche unter günstigen Vegetationsbedingungen ungemein rasch vor sich geht. Viele Arten bilden, besonders bei Eintritt ungünstiger Vegetationsbedingungen, endogene Sporen, die vielfach den Charakter von Dauersporen besitzen, d. h. sehr resistenzfähig sind. Zumeist entsteht

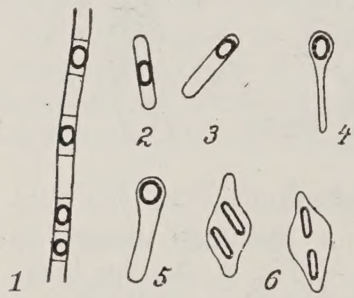


Abb. 35. Sporenbildung der Schizomyceten. — Fig. 1. *Bacillus subtilis*, fadenbildend, mit Sporen; Fig. 2 u. 3. Einzelne Zellen mit Sporen. — Fig. 4. *B. tetani* sporenbildend. — Fig. 5. *Spirillum* sp., sporenbildend. — Fig. 6. *Bacillus inflatus*, sporenbildend. — Fig. 1—5 zirka 1000fach, Fig. 6 2000fach vergr. — Fig. 1, 4 u. 6 nach Migula, Fig. 2 u. 3 nach Zopf.

in jeder Zelle nur eine Spore, seltener zwei (Abb. 35, Fig. 1—6). Die Ausbildung der Endosporen, welche von einer kräftigen, stark lichtbrechenden Membran umgeben sind, erfolgt im Innern unveränderter oder blasig aufgetriebener, also veränderter Zellen. Bei den Chlamydobacteriaceen findet überdies eine Verbreitung regelmäßig durch aus der Scheide austretende Einzelzellen statt. Außerdem ist die Bildung von Arthrosporen durch Umwandlung ganzer vegetativer Zellen in Dauersporen beobachtet worden. Ablösung einzelner Teile der Cönobien in Gestalt regelmäßig geformter Zysten bei *Myxobacteria*. Viele Spaltpilze zeigen Beweglichkeit; das Bewegungsvermögen beruht auf der Gegenwart von Geißeln, welche überaus feine, von der Membran ausgehende Fäden von protoplasmatischer Substanz darstellen und in wechselnder Zahl und Anordnung sich finden (Abb. 36, Fig. 1—6) (eine Geißel: monotrich; polare Geißelbüschel: lophotrich; all-

---

[12]) Über den Bau der Bakterienzelle speziell vgl. Fischer A., Unters. üb. d. Bau der Cyanophyc. u. Bakt., 1897. — Vejdovsky F., Über d. Kern d. Bakt. u. seine Teilung. Zentralbl. f. Bakt., 2. Abt., IX., 1904. — Ružička V., Weitere Unters. üb. d. Bau u. die biol. Nat. d. Bakt. Arch. f. Hygiene, 51., 1904. — Meyer A., Der Zellkern der Bakterien. Flora, XCVIII. Bd., 1908; Die Zelle der Bakterien, 1912. — Guilliermond A., Contrib. à l'étude cytol. d. Bact. endospor. Arch. f. Protk., XII. Bd., 1908.

seitige Begeißelung: peritrich). *Beggiatoa* erinnert in der Bewegung an *Oscillatoriaceae*. Viele geißellose Schizomyceten zeigen die tanzende Bewegung aller kleinsten in Flüssigkeiten suspendierten Teilchen (Brownsche Molekularbewegung).

Bei vielen Spaltpilzen kommt es unter ungünstigen Lebensbedingungen zur Ausbildung sogenannter Involutionsformen. Dieselben zeigen oft von der normalen ganz abweichende Gestalt und sind nicht weiter lebensfähig. Seit Entdeckung der Mycobakterien ist es fraglich, ob nicht manche als „Involutionsformen“ bezeichnete Typen zu diesen gehören.

Die Schizomyceten ernähren sich in der Regel von organischen Kohlenstoffverbindungen, sind also heterotroph; sie entnehmen dieselben ent-

Abb. 36. Schizomyceten mit Geißeln. — Fig. 1. *Planococcus citreus*. — Fig. 2. *Pseudomonas pyocyanea*. — Fig. 3. *P. syncyanea*. — Fig. 4. *Bacillus typhi*. — Fig. 5. *Spirillum comma*. — Fig. 6. *Sp. rubrum*. — Fig. 1—6 bei 1000facher Vergr. nach mit der Löfflerschen Methode behandelten Deckglaspräparaten. — Nach Migula.

weder dem lebenden Organismus (Parasiten) oder den Zerfall- und Ausscheidungsprodukten desselben (Saprophyten). Im lebenden Organismus erzeugen viele der ersteren Erkrankungen (pathogene Schizomyceten); im lebenden Organismus und außerhalb desselben veranlassen viele Spaltpilze chemische Umsetzungen, die als Fäulnis, Gärung etc. erscheinen (zymogen). Dieselben können mit der Ausscheidung auffallender Farbstoffe verbunden sein (chromogen). Die Wirkungen der Spaltpilze auf das Substrat beruhen vielfach auf dem Auftreten von Stoffwechselprodukten (Enzyme bei zymogenen — Toxine bei pathogenen Sp.); bei pathogenen Arten kommt in zweiter Linie noch der Entzug der organischen Substanzen, die Produktion fäulniserregender Stoffe und endlich mechanische Einwirkung durch Verstopfung von Kapillaren u. dgl. in Betracht.

Viele Spaltpilze sind ausschließlich Parasiten oder Saprophyten: obligate Parasiten, beziehungsweise obligate Saprophyten; andere sind Saprophyten, treten aber gelegentlich parasitär auf: fakultative Parasiten; wieder andere verhalten sich umgekehrt: fakultative Saprophyten.

Eine biologisch sehr bemerkenswerte Gruppe der heterotrophen Spaltpilze sind die Purpurbakterien[13]), welche mit Hilfe eines charakteristischen Farbstoffes, des Bakteriopurpurins, organische Substanz im Lichte assimilieren.

Es gibt aber auch autotrophe Schizomyceten, deren Ernährung insoferne von besonderem Interesse ist, als hier autotrophe Ernährungsweisen sich finden, wie solche sonst im Pflanzenreiche nicht vorkommen, da sie unabhängig vom Lichte verlaufen. Hierher gehören die Salpeter- oder nitrifizierenden Bakterien, welche das Ammoniak des Bodens zu Nitraten oxydieren, die Schwefel-Bakterien, welche in schwefelwasserstoffreichen Gewässern vorkommen, ferner Spaltpilze, welche Wasserstoff zu oxydieren vermögen, u. a.

Zu den wichtigsten durch Spaltpilze veranlaßten Vorgängen gehört die Bereicherung des Bodens oder Wassers mit Stickstoffverbindungen, die dort den assimilierenden Pflanzen als Nahrungsmittel zur Verfügung stehen. Diese Bereicherung erfolgt einerseits durch stickstoffbindende Spaltpilze, z. B. durch das *Bacterium Pasteurianum* (= *Clostridium Pasteurianum*) und den in den Wurzelknöllchen der Leguminosen vorkommenden *Bacillus radicicola* (vgl. S. 90), anderseits durch die Salpeterbakterien, welche durch Oxydation von Ammoniak salpetrige Säure, weiterhin Salpetersäure und Salpeter bilden (Nitrifikation des Bodens). Sie leben im Wasser[14]) oder im Boden (z. B. *Pseudomonas europaea* u. a.).

Wachstum und Vermehrung hängen, abgesehen von der Gegenwart der Nährstoffe und von dem Fehlen schädlicher Stoffe, insbesondere von Wärme, genügender Feuchtigkeit und Sauerstoffzutritt ab. Im allgemeinen spielen sich Wachstum und Vermehrung innerhalb der Temperaturen von 0° bis zirka 50° C ab. Doch gibt es Arten, die bei weitaus höheren Temperaturen (in Thermen, bei Gärungsprozessen) vegetieren. Jede Art zeigt bei einer gewissen Temperatur (dem Optimum) intensivste Teilung; bei Überschreiten des Maximums, bzw. Minimums an Wärme tritt Wärmestarre, bzw. Kältestarre ein. Erst bedeutendere Erwärmung (in der Regel 50—70°) oder Abkühlung (z. B. Milzbrandbakterien bis auf etwa —25°) tötet Spaltpilze. Wärme-Optimum, -Maximum und -Minimum sind bei verschiedenen Arten sehr verschieden und stehen mit den sonstigen Lebensverhältnissen der betreffenden Art in innigstem Zusammenhange, was aus folgenden Beispielen hervorgehen dürfte:

---

[13]) Vgl. Molisch H., Die Purpurbakterien nach neuen Unters., 1907. — Buder J., Zur Biologie des Bacteriopurpurins u. d. Purpurbakterien. Jahrb. f. wissensch. Bot., 58. Bd., 1919.

[14]) Vgl. Kantner J., Üb. d. Vork. u. d. Verbr. stickstoffbind. Bakt. im Meere. Wissensch. Meeresunt., Abt. Kiel, N. F., VIII., 1904.

Art		Temperatur Minimum	Optimum	Maximum
			Grad Celsius	
Bacterium anthracis	Parasiten in Warmblütern	14	37	45
Bact. tuberculosis	Parasiten in Warmblütern	30	38	42
Bacillus subtilis,	Fäulniserreger auf der ganzen Erde	6	30	50
Bacterium phosphoreum,	in Mitteleuropa verbreitetes Leuchtbakterium. .	0	16—18	28
Bacillus calfactor,	Mit-Erreger der „Selbsterhitzung" des Heues . . .	30	60	70

Die Sporen vertragen bedeutendere Temperaturextreme (Milzbrandsporen sterben trocken bei + 140° C, feucht bei etwa 100° C; sie vermögen Temperaturen von — 130° C zu ertragen).

Ein höherer Grad von Feuchtigkeit ist für das Gedeihen aller Spaltpilze nötig; manche sind gegen das Austrocknen sehr empfindlich, andere vertragen zeitweises Austrocknen sehr gut und werden gerade im lufttrockenen Zustande (mit dem Staube der Luft) ausgiebig verbreitet. Sporen sind auch in dieser Hinsicht oft besonders resistenzfähig. — Nach dem Sauerstoffbedürfnisse unterscheidet man Aërobionten, die den Zutritt des Sauerstoffes unbedingt brauchen und Anaërobionten, die auch ohne diesen gedeihen. Es gibt auch Arten, die sowohl bei Sauerstoffzutritt als auch ohne diesen sich entwickeln: fakultative Anaërobionten. — Viele Spaltpilze sind gegen freie Säuren und andere Gifte sehr empfindlich.

Die Abhängigkeit der Spaltpilze von Wärme, Feuchtigkeit, Sauerstoff und von der Gegenwart, bzw. dem Fehlen gewisser hemmender Stoffe gibt die Mittel zur Abhaltung, bzw. Tötung derselben an die Hand: Desinfektion, Sterilisation, Antisepsis. Wichtigste Mittel: Glühen oder Kochen, Luftabschluß, Anwendung von Giften (Karbol, Lysol, schweflige Säure, Sublimat, Jodoform, Formalin etc.). Ungenügende Desinfektion kann schaden, da sie die Vegetationsbedingungen bloß verschlechtert und dadurch die Bildung resistenzfähiger Sporen veranlaßt.

Die morphologische Ähnlichkeit vieler Spaltpilze in Verbindung mit ihrer Kleinheit macht die Anwendung besonderer Methoden zur Erkennung nötig. Es sind dies dieselben Methoden[15]), welche bei der Untersuchung der Bakterien überhaupt eine Rolle spielen: Tinktionen und Reinkulturen.

Die Tinktionen erfolgen mittels Anilinfarben (besonders Fuchsin, Methylenblau, Gentianaviolett, Bismarckbraun etc.). Zum Nachweise der Geißeln bedient man sich verschiedener Beizen. Verschiedene Arten verhalten sich verschiedenen Tinktionsmitteln gegenüber manchmal verschieden: spezifische Tinktionen.

---

[15]) Über bakteriologische Methodik vgl. außer den S. 81 zitierten Arbeiten: Abbot, Principles of Bacteriology, 1894. — Meyer A., Praktikum der bot. Bakterienkunde, 1903. — Küster E., Anleitg. z. Kultur der Mikroorganism., 1907. — Richter O., Die Bedeutung der Reinkultur, 1907. — Kisskalt K. u. Hartmann M., Praktikum der Bakteriol. u. Protozool., 1907.

Die Reinkultur besteht in der Übertragung von Spaltpilzen („Keime") auf künstlich hergerichtete Nährböden und Kultur in der unter günstigen Vegetationsbedingungen bei Ausschluß von Verunreinigungen. Als Nährböden verwendet man zumeist Gelatinen (Peptongelatine oder Agar) mit Zusätzen gelöster Nährstoffe, Blutserum u. dgl., ferner Kartoffel- und Rübenscheiben, Hühnereiweiß etc. Gelatinen werden entweder auf Platten oder flachen Schalen (Petrischalen) ausgegossen und nach dem Erstarren an der Ober-

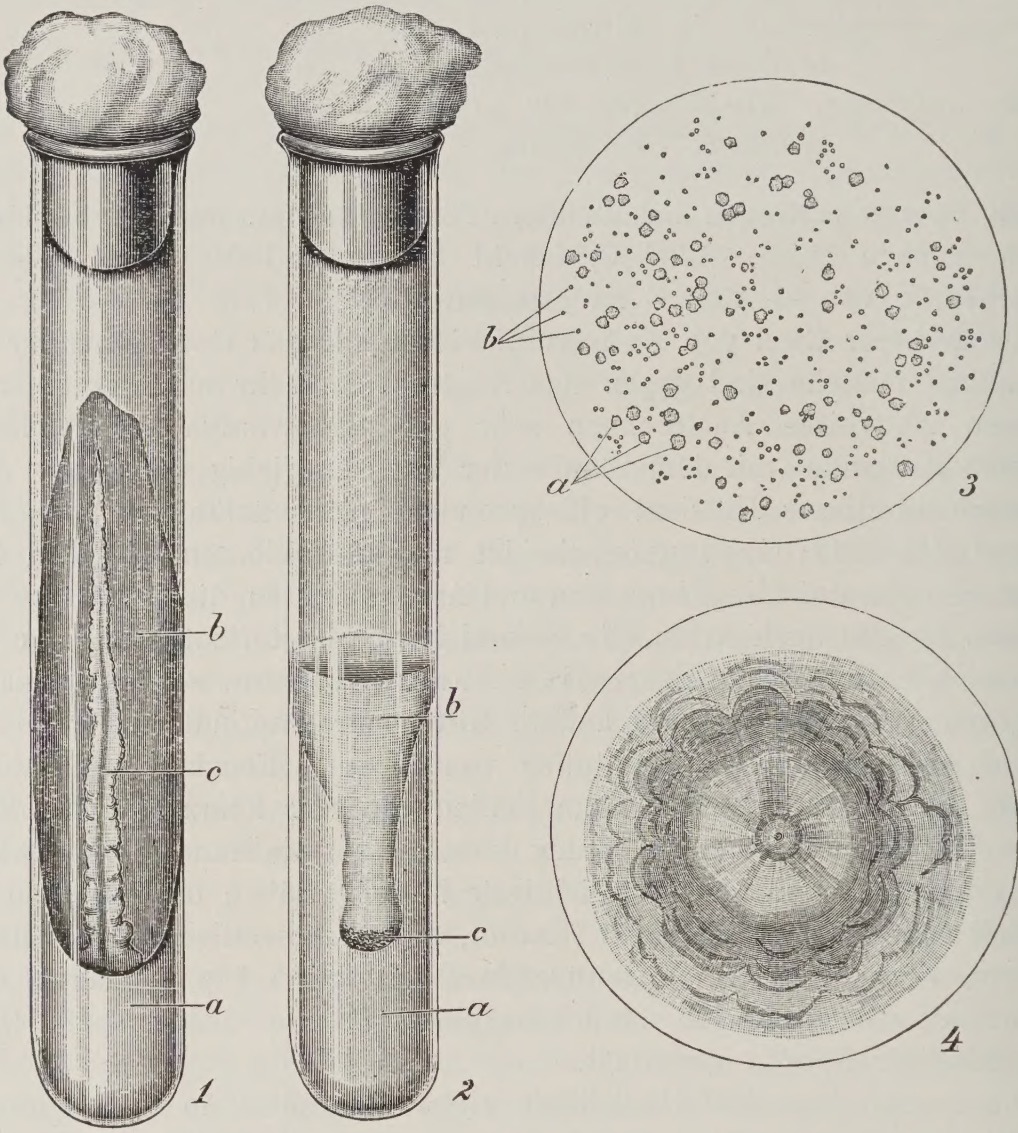


Abb. 37. Reinkulturen von Schizomyceten. — Fig. 1. Strichkultur von *Streptococcus pyogenes* auf Nährgelatine, 20 Tage alt, *a* kompakter Gelatinekörper, *b* Oberfläche desselben, *c* Bakterienmasse. — Fig. 2. Stichkultur einer *Bacterium*-Art in Nährgelatine, 20 Tage alt, *a* kompakter Gelatinekörper, *b* durch die Bakterien verflüssigter Teil der Gelatine, *c* Bakterienmasse. — Fig. 3. Eine 4 Tage alte Gelatineplattenkultur von *Streptococcus pyogenes* (*b*) und *Bacillus typhi* (*a*). — Fig. 4. Eine 6 Wochen alte Gelatineplattenkultur von *Bacterium anthracis*; die Bakterienmasse hat sich von der Infektionsstelle im Zentrum radial nach allen Seiten ausgebreitet. — Nat. Gr. — Original.

fläche mit Spaltpilzen geimpft (Plattenkulturen, Abb. 37, Fig. 3 u. 4) oder in Eprouvetten oder ähnliche Glasgefäße eingefüllt. Ist die Gelatine bei senkrechter Stellung der Eprouvette erstarrt, so bringt man kleine Mengen der zu kultivierenden Art durch einen Stich in das Innere der Gelatine (Stichkultur, Abb. 37, Fig. 2); wenn die Gelatine bei schiefer Stellung der Eprouvette mit langgezogener Oberfläche erstarrt ist, so streift man die Bakterien oberflächlich ab (Strichkultur, Abb. 37, Fig. 1). Alle bei der Kultur ver-

wendeten Gläser, Nadeln etc., müssen vorher sorgfältig sterilisiert werden. Das Aussehen herangewachsener Kulturen ist je nach der Spezies oft wesentlich verschieden (Merkmale: Form und Umriß der Spaltpilzmassen, Farbe, Fluoreszenzerscheinungen, Verflüssigung oder Nichtverflüssigung der Gelatine, Auftreten von Gasblasen in derselben, Raschheit des Wachstums etc.).

Bei pathogenen Arten bildet das Tierexperiment ein wichtiges diagnostisches Hilfsmittel.

Auffallende Lebensäußerungen mancher Spaltpilze sind Temperaturerhöhung[16]) und Leuchten[17]). Die „Selbsterhitzung" in Heu-, Misthaufen u. dgl. wird durch *Bacillus coli* eingeleitet und bis zirka 40° C gebracht; dann setzt ein eigentümlicher Spaltpilz, *Bac. calfactor* ein, der die Er-

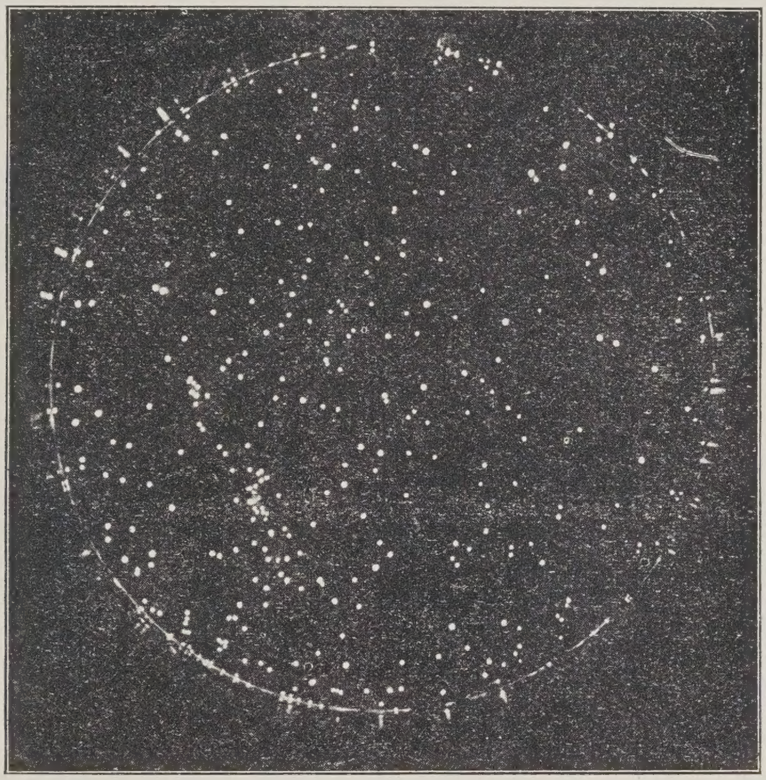


Abb. 38. Photographie einer Plattenkultur mit leuchtenden Kolonien von *Bacterium phosphoreum*. — Nat. Gr. — Nach Molisch.

wärmung bis zirka 70° C steigert. Leuchtende Spaltpilze finden sich besonders im Meere (zum Teile Ursache des Meerleuchtens), dann aber auch in Süßwasser, auf Fleisch, Kartoffeln etc. (auf letztgenannten Substraten besonders *Bacterium phosphoreum*, Abb. 38).

Die Zahl der Spaltpilzarten ist schwer anzugeben, da fortwährend neue beschrieben werden und da ein großer Teil der beschriebenen unvollkommen bekannt ist; es beträgt die Zahl der bisher beschriebenen schon weit über 1000. Die Verbreitung vieler Arten ist eine sehr große, doch ist die Abhängigkeit mancher von geographischen Faktoren unverkennbar.

---

[16]) Miehe H., Die Selbsterhitzung des Heus, 1907.

[17]) Molisch H., Leuchtende Pflanzen. 2. Aufl., 1912. — Coulon A. de, Étude d. l. luminesc. d. *Pseudomonas luminescens*, Diss. 1918.

Es ist zur Zeit noch nicht möglich, ein befriedigendes System der Schizomyceten aufzustellen, da unsere Kenntnisse über dieselben von Tag zu Tag noch wesentliche Erweiterungen erfahren[18]). Nach physiologischen Gesichtspunkten werden häufig Gruppen von Spaltpilzen unterschieden, solche sind z. B. die *Thiobacteria* oder Schwefelbakterien, die *Rhodobacteria* oder Purpurbakterien, die Eisenbakterien u. a. Für bestimmte wissenschaftliche Zwecke ist die Unterscheidung solcher biologischer Gruppen sehr zweckmäßig, doch ist es nicht möglich, das ganze System der Schizomyceten darauf zu begründen. Mit den zahlreichen Modifikationen des Schizomyceten-Systems hängt die schwankende Nomenklatur der Spaltpilze zusammen. Mit Betonung des provisorischen und künstlichen Charakters sei im folgenden

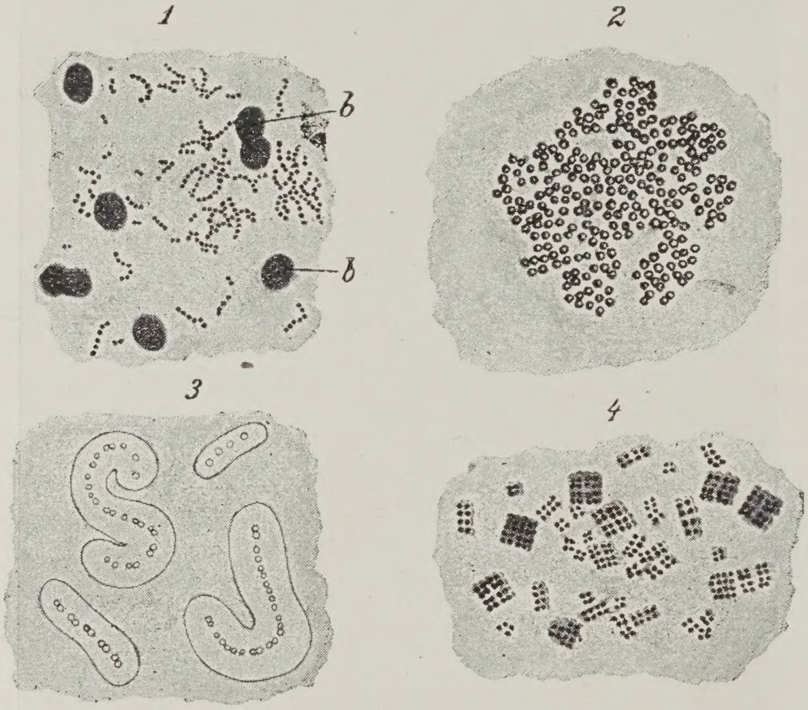


Abb. 39. *Coccaceae.* — Fig. 1. *Streptococcus pyogenes* im Blute, *b* Blutkörperchen. — Fig. 2. *Micrococcus* sp. — Fig. 3. *Streptococcus mesenterioides.* — Fig. 4. *Sarcina lutea.* — Fig. 1, 2 u. 4 nach gefärbten Deckglaspräparaten bei 1000facher Verg., Fig. 3 520fach vergr. — Fig. 1, 2, 4 nach Fränkel und Pfeiffer, Fig. 3 nach Van Tieghem.

das von Migula ausgearbeitete System wiedergegeben mit einigen durch neue Entdeckungen bedingten Modifikationen.

1. Ordnung. ***Eubacteria.*** Einzelzelle kugel- oder stäbchenförmig. Einzeln lebend oder in platten-, ballen- oder fadenförmigen Cönobien; wenn in Schleimhüllen eingeschlossen, diese nicht von bestimmter Form; wenn in fadenförmigen Cönobien, diese nicht fest. Sporenbildung und Begeißelung häufig.

[18]) Ein wesentliches Hindernis für die Entwicklung der Systematik der Spaltpilze liegt darin, daß das Studium derselben heute vielfach von Nichtbotanikern betrieben wird, welche sich häufig weder an die systematischen Anschauungen, noch an die Nomenklatur der Botaniker halten.

1. Familie. **Coccaceae.** Einzelzellen kugelförmig. Teilung nach 1, 2 oder 3 Richtungen des Raumes erfolgend.

Streptococcus. Teilungen immer nach einer Richtung erfolgend, Cönobien daher kettenförmig, keine Geißeln. — Pathogen: *S. erysipelatos*, Ursache des Erysipel (Rose, Rotlauf); kaum davon verschieden *S. pyogenes* (Abb. 39, Fig. 1) ein häufiger Eitererreger. Nicht pathogen: *S. mesenterioides (Leuconostoc m.)* ruft in Melasse die Dextrangärung hervor und bildet mächtige Schleimklumpen; Kalamität für Zuckerfabriken (Abb. 39, Fig. 3).

Micrococcus. Teilung nach zwei Richtungen erfolgend, Cönobien tafelförmig, keine Geißeln (Abb. 39, Fig. 2). — Pathogen: *M. pyogenes aureus* (= *Staphylococcus p. a.*) Der häufigste Eitererreger, Ursache der Eiterbildung in Wunden. — *M. gonorrhoeae* (= *Gonococcus g.*) Ursache der Gonorrhoe. — *M. tetragenus*, Ursache von Eiterungen im Kiefer (Zahngeschwüre). — Nicht pathogen: *M. aurantiacus, luteus, cinnabareus;* alle drei produzieren Farbstoffe.

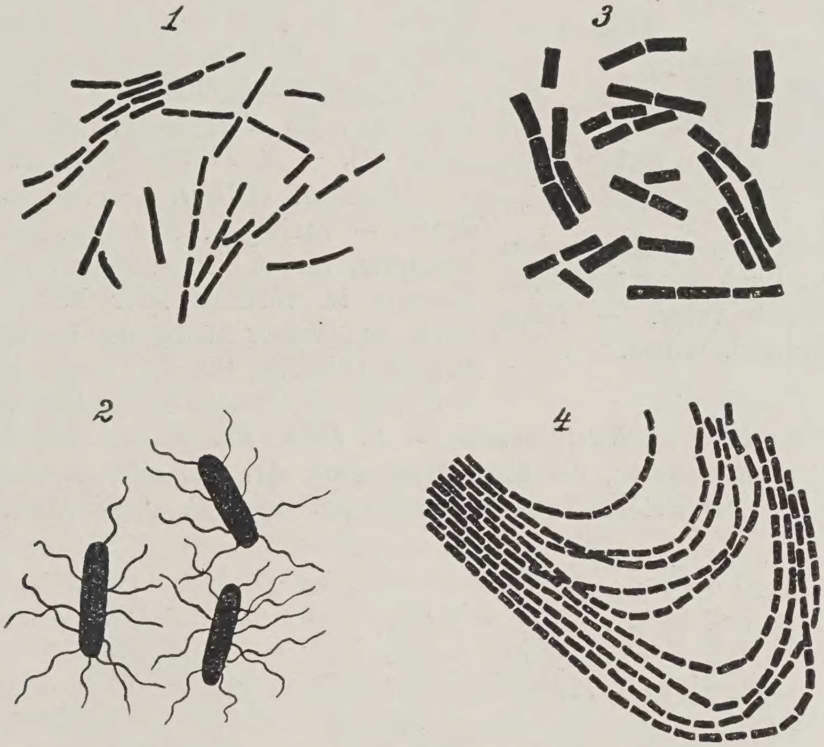


Abb. 40. *Bacteriaceae.* — Fig. 1 u. 2. *Bacillus subtilis.* — Fig. 3 u. 4. *Bacterium anthracis.* — Fig. 1, 3, 4 1000fach, Fig. 2 noch stärker vergr. — Alle Fig. stellen gefärbte Deckglaspräparate dar. — Fig. 1, 3, 4 nach Fränkel und Pfeiffer, Fig. 2 nach Migula.

Sarcina. (Abb. 39, Fig. 4.) Teilung nach drei Richtungen erfolgend, Cönobien ballenförmig, keine Geißeln. — *S. ventriculi* häufig im Magen des Menschen, aber wahrscheinlich nicht pathogen. — *S. aurantiaca, flava, lutea* sind chromogen. — *S. rosea* mit rötlichem Zellinhalte in Sümpfen, oft deren Boden rosenrot färbend.

Planococcus. Teilung und Cönobienform wie bei *Micrococcus*, Geißeln. — *P. citreus* produziert gelben Farbstoff (Abb. 39, Fig. 1).

Planosarcina. Teilung und Cönobienform wie bei *Sarcina*, Geißeln.

2. Familie. **Bacteriaceae.** Einzelzellen zylindrisch, gerade, ohne Scheide. Teilung nach einer Richtung des Raumes.

Bacterium. Ohne Geißeln. — Pathogen: *B. anthracis* ruft bei Tier und Mensch Milzbrand hervor; der erste Spaltpilz, der als Ursache einer Erkrankung nachgewiesen wurde (Abb. 40, Fig. 3 u. 4). — *B. mallei*, Erreger der Rotzkrankheit beim Pferde und gelegentlich beim Menschen. — *B. pneumoniae* (= *Diplococcus pn.*). Erreger von Lungenentzündungen, doch auch bei anderen schweren inneren Entzündungen vorkommend. — *B. tuberculosis*,

Erreger der Tuberkulose bei Mensch und Tier. Ausgezeichnet durch sein tinktorielles Verhalten. Mit Karbolfuchsin gefärbt, bleibt er bei nachheriger Auswaschung mit verdünnter Salpetersäure (1: 5) gefärbt, während andere Bakterien, sowie umgebende Gewebestücke sich entfärben. — *B. leprae* verursacht Lepra (Aussatz). — *B. influenzae*, Erreger der Influenza, gehört zu den kleinsten Bakterien. — *B. diphtheritidis*, Erreger der Diphtheritis und diphtheritischer Erkrankungen. — *B. pestis*, Erreger der Beulenpest (Abb. 41). — *B. tumefaciens*, Tumoren auf verschiedenen Pflanzen erzeugend, ist auch pathogen in Tieren und Mensch.[19]) — Nicht pathogen: *B. aceticum* verursacht in alkoholhältigen Flüssigkeiten Essiggärung, Hauptbestandteil der „Essigmutter". — *B. acidi lactici* veranlaßt in zuckerhältigen Flüssigkeiten „Milchsäuregärung"; Ursache der sauren Milch. — *B. ureae* bedingt Zersetzung des Harnstoffes unter Bildung von kohlensaurem Ammoniak. — *B. phosphoreum*, eine der verbreitetsten Leuchtbakterien, im Süßwasser, auf Fleisch u. dgl. (Abb. 38). — *B. Pasteurianum*, vgl. S. 84.

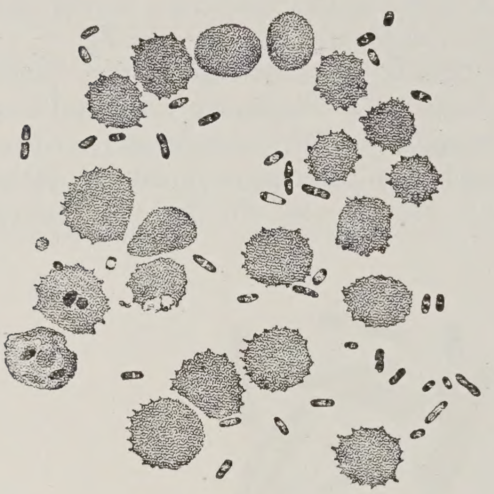


Abb. 41. — *Bacterium pestis* zwischen Blutkörperchen. Nach einem gefärbten Präparate, 800fach vergr. — Nach Albrecht u. Ghon.

Bacillus. Geißeln über die ganze Zelle zerstreut. — Pathogen: *B. tetani*, Erreger des Starrkrampfes, findet sich außerhalb des menschlichen Körpers in verunreinigter Erde, altem Mauerwerk etc., woher häufig die Infektion erfolgt. — *B. typhi* (Abb. 36, Fig. 4), Ursache des Bauchtypus. — *B. carbonis*, Ursache des Rauschbrandes der Tiere. — *B. suicida*, Ursache der Schweineseuche. — *B. Betae*, Erreger der Schleimbakteriose der Runkelrübe, *B. phytophthorus*, der Stengelbakteriose der Kartoffel, *B. Solanacearum*, der Ringbakteriose der Kartoffel und Tomate. — Nicht pathogen: *B. subtilis* (Abb. 40, Fig. 1 u. 2),

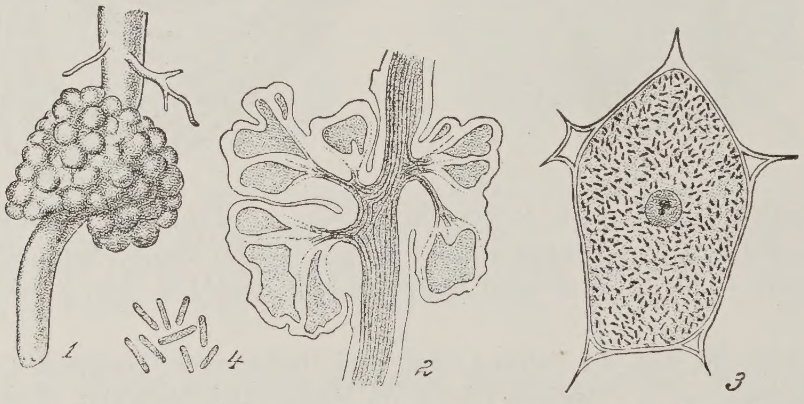


Abb. 42. *Bacillus radicicola.* — Fig. 1. Wurzel einer Lupine mit Wurzelknöllchen; schwach vergr. — Fig. 2. Durchschnitt durch ein Wurzelknöllchen; stärker vergr. — Fig. 3. Eine Zelle des Knöllchens, erfüllt mit Bakterien; 600fach vergr. — Fig. 4. Bakterien; 1500fach vergr. — Nach Woronin und Fischer.

der Heubazillus, in feuchtem Heu, dessen Fäulnis bewirkend. — *B. coli*, im menschlichen und tierischen Darminhalt, auch in faulenden Pflanzenteilen; wichtig für die Trinkwasserbeurteilung, da dessen Nachweis immer als Beleg für bedenkliche Verunreinigung des Wassers angesehen werden kann. — *B. butyricus*, verursacht in der Milch Buttersäuregärung und Gerinnung des Kaseïns. — *B. radicicola* (= *Rhizobium leguminosarum*), in den Wurzeln von

[19]) Vgl. Friedemann U. u. Magnus W., Das Vork. von Pflanzentumoren erzeugenden Bakt. in krank. Menschen. Ber. d. deutsch. bot. Ges., XXXIII. Bd., 1915.

Leguminosen, daselbst „Wurzelknöllchen“ erzeugend[20]). Reziproker Parasitismus: Der Spaltpilz entnimmt der Leguminose Kohlehydrate, die letztere dem ersteren Stickstoffverbindungen (Abb. 42). — *B. amylobacter* (= *Clostridium butyricum*), erregt Buttersäuregärung in kohlehydratreichen Stoffen, löst Kasein und Zellulose. — *B. azotobacter*, verbreiteter Bodenorganismus, assimiliert den freien Stickstoff der Bodenluft. — *B. prodigiosus* (= *Micrococcus prodigiosus*), tritt auf mehlreichen Substraten (Brot, Kartoffel, Mehl etc.) auf und bewirkt intensive Rotfärbung derselben („blutende Hostien“, „blutiges Mehl“). — *B. calfactor*, in faulendem Heu, dessen bedeutende Erwärmung bewirkend. — *B. pectinovorus*, bewirkt Mazeration der Leinstengel; wichtig für die Flachsbereitung. — *B. acidificans*, wird der zur Hefezüchtung verwendeten Maische zugesetzt. — *B. putrificus*, verbreiteter Fäulniserreger in Leichen. — Mehrere meerbewohnende *B.*-Arten leuchten.

Pseudomonas, Geißeln polar. — *P. pyocyanea*, Ursache des blauen Eiters (Abb. 36, Fig. 2). — *P. putida*, sehr häufig in Wässern, produziert einen grün fluoreszierenden Farbstoff. — *P. syncyanea*, produziert in Milch einen blauen Farbstoff („blaue Milch“) (Abb. 36, Fig. 3). — *P. europaea*, bewirkt Nitrifikation des Bodens, d. h. Umwandlung des aus den organischen Abfallstoffen stammenden Ammoniak in salpetrigsaure Verbindungen. — *P. campestris*, Erreger der Braunfäule der Kohlgewächse. — *P. Hyacinthi*, Erreger des „gelben Rotzes“ der Hyazinthenzwiebeln.

Astasia, Geißelbüschel seitlich.

3. Familie. ***Spirillaceae.*** Einzelzelle zylindrisch, gekrümmt, ohne Scheide. Teilung nur nach einer Richtung des Raumes.

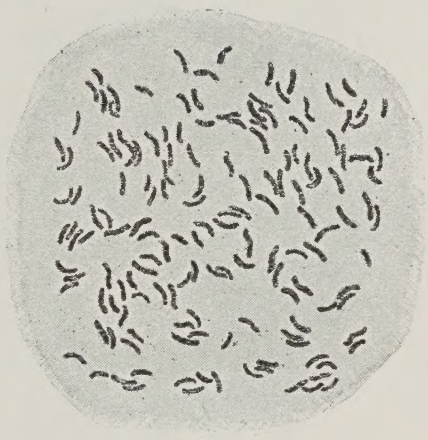


Abb. 43. *Spirillaceae. Spirillum comma.* — Nach gefärbten Deckglaspräparaten bei 1000facher Vergr. — Nach Fränkel und Pfeiffer.

Spirillum. Zellen mit polaren Einzelgeißeln oder Geißelbüscheln. — Pathogen: *Sp. comma* (Abb. 43, Fig. 2 und Abb. 36, Fig. 5), Erreger der Cholera asiatica; in Kulturen oft in langen, schraubig gewundenen Fäden. — *Sp. Finkleri*, als Erreger der Cholera nostras angesehen, aber vielleicht nicht pathogen. — Nicht pathogen: Mehrere im Wasser vorkommende Arten sehen dem *Sp. comma* sehr ähnlich und können zu Irrtümern Anlaß geben, so *Sp. danubicum* in der Donau, *Sp. berolinense* im Berliner Leitungswasser. — *Sp. undula*, in faulenden Wässern sehr häufig. — *Sp. rufum*, blutrote Schleimmassen zwischen faulenden Algen bildend.[21])

---

[20]) Vgl. über diesen bezüglich seines morphologischen und entwicklungsgeschichtlichen Verhaltens und seiner Bedeutung für die Nährpflanze noch nicht ganz aufgeklärten Organismus u. a. Brunchorst in Berichte d. deutsch. botan. Gesellsch., 1885. — Beyerinck M. W. in Bot. Ztg., 1888. — Frank, Über die Pilzsymbiose der Leguminosen, 1890. — Süchting H., Kritische Stud. üb. d. Knöllchenbakt. Landw. Jahrb., XXXV., 1906. — Hiltner L. in Lafar, Handb. d. techn. Mykol. — Über ähnliche Vorkommnisse in Blättern vgl. Zimmermann A., Üb. Bakterienknot. in d. Bl. einig. Rubiaceen. Jahrb. f. wiss. Bot., 36., 1902. — Faber F. C., Das erbl. Zusammenleb. v. Bact. u. trop. Pfl. Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 51, 1912. — Miehe H., Weitere Unters. üb. d. Bakt.-Symb. bei *Ardisia*, a. a. O., 1913 u. in Ber. d. deutsch. bot. Ges., XXXIV. Bd., 1916.

[21]) Die lange Zeit zu den *Spirillaceae* gestellte Gattung *Spirochaeta* mit flexilen Zellen (pathogen: *Sp. Obermeieri*, Erreger des Rückfallfiebers, *S. pallida*, Erreger der Syphilis; nicht pathogen: *S. plicatilis* im faulenden Wasser, *S. dentium* im Munde des Menschen), wird jetzt vielfach nicht zu den Schicomyceten, sondern zu den flagellatenartigen Protozoen gestellt.

Vgl. Danilewsky, Parasitolog. comp. du sang. 1899. — Schaudinn F., Gener.-

2. Ordnung. **Mycobacteria**[22]. Stäbchenförmig oder fadenförmig, einfach oder verzweigt, schließlich in kurze Glieder zerfallend. Keine Endosporen und keine Begeißelung (ob immer?).

Hieher die als *Actinomyces* (Abb. 44) beschriebenen Organismen, unter denen manche krankheitserregende Parasiten sind, so *A. bovis*, *A. hominis* u. a. — *A.*-Arten verursachen „Schorf"-Krankheiten der Kartoffeln und Rüben.

Weitere Untersuchungen dürften erweisen, daß manche üblicherweise zu den Eubacterien gestellte Formen hieher gehören. So wird dies heute schon für *Bact. tuberculosis* und *B. diphteritidis* vielfach mit Sicherheit angenommen. In die Gattung *A.* gehört auch ein Organismus, welcher an den Wurzeln der Erle (*Alnus*) Knöllchen oder korallenartige Bildungen erzeugt (*A. Alni*) (= *Schinzia Alni*); gleiches dürfte für die Erreger der Wurzelknöllchen von *Myrica* und *Elaeagnus* gelten.

Abb. 44. *Actinomyces* aus einer Unterkiefer-Aktinomykose des Menschen. — Fig. 1. Frisch angefertigtes Präparat aus einer Kultur. — Fig. 2. Aus derselben Kultur, zwei Tage später; Zerfall der Fäden. — Stark vergr. — Nach Lieske.

3. Ordnung. **Trichobacteria**[23]. Einzelzelle platten- oder stäbchenförmig in festen, meist umscheideten Fäden. Endosporen fehlen.

1. Familie. ***Chlamydobacteriaceae.*** Einzelzellen von einer gemeinsamen Scheide umgeben. Teilung in 1—3 Richtungen des Raumes. Austretende Zellen unbeweglich oder begeißelt.

Crenothrix. Zellfäden unverzweigt, Zellteilung später nach drei Richtungen des Raumes. — *C. polyspora* (= *Lepthothrix Kühniana*) in Brunnen und Wasserleitungen festsitzend und schleimige, flockige Massen bildend, die bei bedeutendem Anwachsen zu Verstopfungen u. dgl. führen können (Abb. 45, Fig. 5); in den Scheiden Eisenoxyd speichernd („Eisenbakterien").

u. Wirtswechsel bei *Trypanosoma* und *Spirochaete.* Arb. a. d. k. Gesundheitsamte, XX., 1904. — Schwellengrebel N. H., im Zentralbl. f. Bakteriol. etc., 1. Abt., 51. Bd., 1912. — Gonder R., in Handwörterb. d. Naturw., IX. Bd., 1913. — Doflein F., Lehrb. d. Protozoenk., 4. Aufl., 1918 u. die dort zitierte Literatur.

[22]) Vgl. Lehmann und Neumann, Atl. u. Grundr. d. Bakt., 5. Aufl., 1912. — Peklo J., Die pflanzlichen Aktinomykos., Zentralbl. f. Bakt. etc., 1910. — Drechsler C., Morph. of Actin., Ber. d. D. bot. Ges., 1919. — Lieske R., Morph. u. Biol. d. Strahlenpilze, Berlin 1921, und die dort zitierte Literatur.

[23]) Vgl. Miehe H. in Handwörterb. d. Naturw., 9. Bd., 1913.

Cladothrix. Zellfäden mit Scheinverzweigungen. — *C. dichotoma* in verunreinigten Wässern sehr häufig, festsitzend und flockige Massen bildend, speichert, gleichwie andere Chlamydobacteriaceen (z. B. *Leptothrix ochracea*), Eisen in Form von Eisenoxyd in den

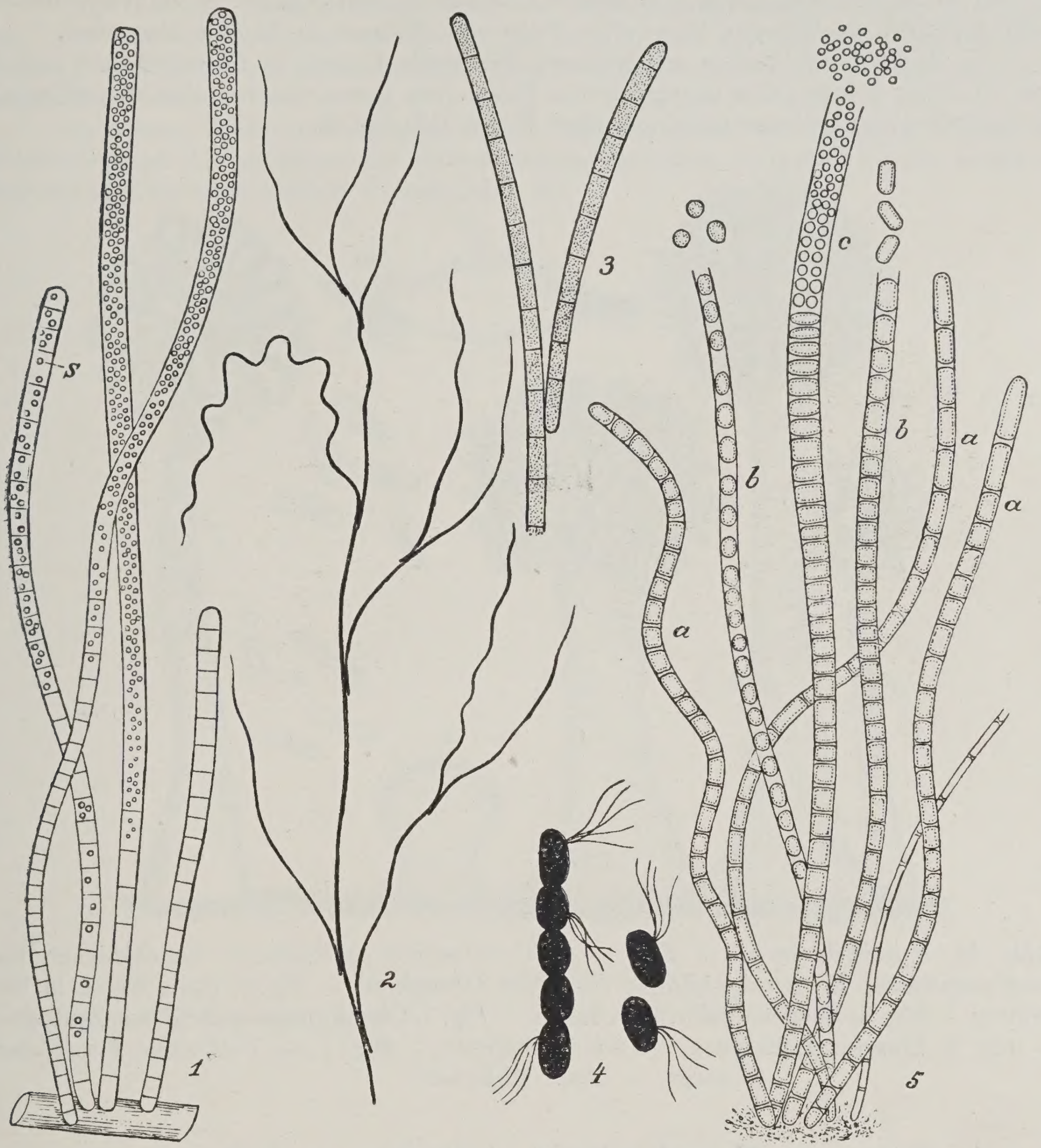


Abb. 45. *Chlamydobacteriaceae* und *Beggiatoaceae.* — Fig. 1. *Beggiatoa alba*; *s* Schwefelkörner; 800fach vergr. — Fig. 2—4. *Cladothrix dichotoma.* Fig. 2 Cönobien bei 350facher Vergr. Fig. 3 Stück eines Fadens mit einer Scheinverzweigung bei 1000facher Vergr. Fig. 4 Schwärmzellen mit Geißeln nach einem gefärbten Präparate bei 1000facher Vergr. — Fig. 5. *Crenothrix polyspora.* Büschel von Cönobien in verschiedenen Entwicklungsstadien. *a* junge Fäden, *b* ältere Fäden, an den Spitzen die Einzelzellen entlassend, *c* älterer Faden, durch Teilung nach drei Richtungen des Raumes entstandene „Sporen" entlassend; 1000fach vergr. — Fig. 1, 2 u. 5 nach Zopf, Fig. 3 u. 4 nach Migula.

Scheiden auf, nimmt daher, in großen Mengen vereinigt, eine rostrote Färbung an und teilt dieselbe gelegentlich auch dem Wasser und dessen Sedimenten mit (Abb. 45, Fig. 2—4).

2. Familie. **Beggiatoaceae.** Zellen in Fäden, die nicht von einer ge-

meinsamen Scheide umgeben sind. Teilung nach einer Richtung des Raumes. Zellinhalt immer mit Schwefelkörnchen. Kriechbewegungen.

Beggiatoa alba (Abb. 45, Fig. 1) in Schwefelthermen und Wässern, in denen tierische Körper in Fäulnis übergehen, schneeweiße, flockige Massen bildend. — *B. roseopersicina*, pfirsichblührot, in Wässern, in welchen Tiere und Pflanzen in Fäulnis übergehen.

Zu den Trichobakterien werden auch die wenig bekannten *Spirotrichaceae* gestellt mit schraubig gekrümmten ungegliederten Fäden, von denen einige (*Gallionella ferruginea*, *Spirophyllum*) im Bodensatze eisenhältiger Wässer sich finden.

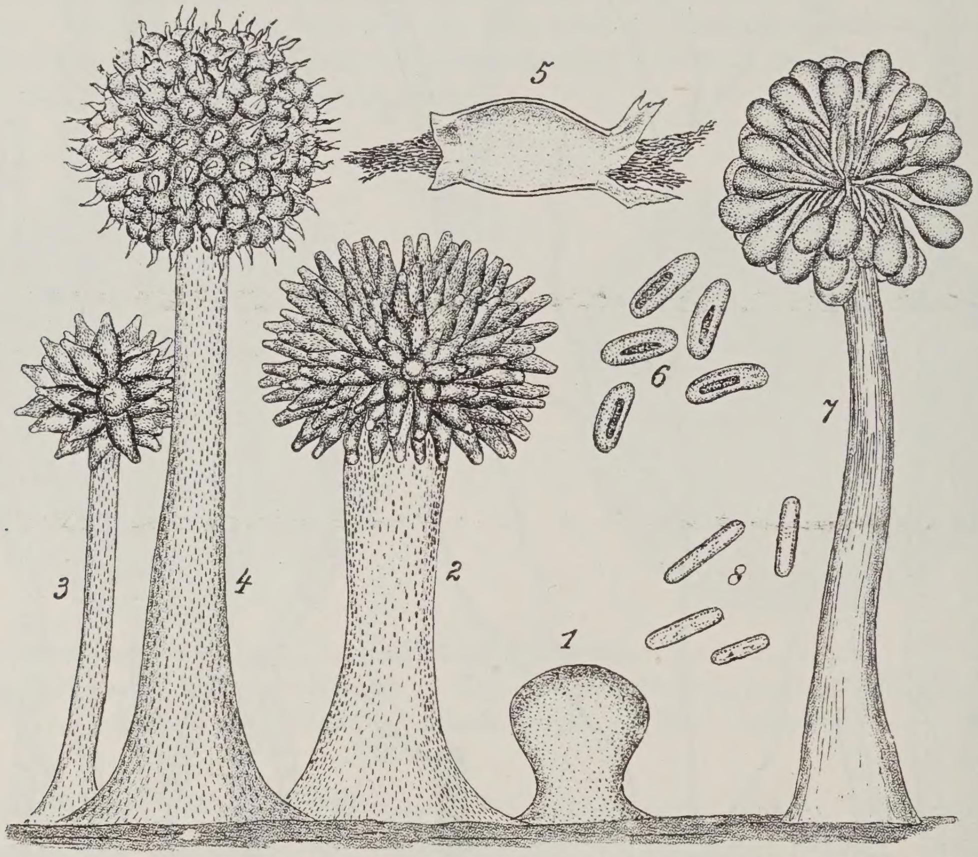


Abb. 46. *Myxobacteriaceae.* — Fig. 1—4. *Chondromyces apiculatus* in verschiedenen Entwicklungsstadien bis zur Ausbildung des reifen Zystophors. — Fig. 5. Cyste davon in Entleerung. — Fig. 6. Einzelne Individuen davon. — Fig. 7. *Chondromyces pediculatus*, Zystophor. — Fig 8. Einzelne Individuen von *Ch. catenulatus.* — Fig. 1—4, 7 schwach, 6 u. 8 stark vergr. — Nach Thaxter.

4. Ordnung. **Myxobacteria.** Individuen in Schleimmassen eingeschlossen, die schließlich mehr oder weniger regelmäßig geformte, fruchtkörperähnliche Gestalten annehmen.

Einzige Familie: ***Myxobacteriaceae*** [24]). Die schleimigen Cönobien gleichen anfangs kleinen Plasmodien, die dann unter Ausbildung einer festen,

[24]) Thaxter R., On the *Myxobacteriaceae*, a new ord. of Schizom. Bot. Gaz., XVII., 1892; Furth observ. on the *Myxob.*, l. c., XXIII., 1897; Notes on the *Myxob.*, l. c., XXXVII., 1904. — Baur E., Myxobakterienstudien. Arch. f. Protistenk., V., 1904. — Quehl A., Unters. üb. Myxobakt. Zentralbl. f. Bakt. etc., II. Abt., XVI. Bd., 1906. — Smith A. L., *Myxobacteriaceae.* Trans. Brit. myc. Soc., III., 1909. — Faull J. H., *Chondr. Thaxteri.* Bot. Gaz., LXII., 1916.

zähen Hüllschicht bestimmte Formen annehmen. Arthrosporenbildung und Abgliederung zystenartiger, zahlreiche Individuen enthaltender Cönobiumstücke.

Das schleimige Anfangsstadium und die den Sporenbehältern der Myxophyten ähnelnden „Zystophoren" bewirken eine gewisse Ähnlichkeit mit Myxophyten. Trotzdem liegt keine Verwandtschaft mit diesen, wohl aber eine sehr beachtenswerte Analogie der ganzen Organisation vor.

Myxococcus. Arthrosporenbildung. Reife Cönobien meist von einfacher Gestalt. — *Polyangium* und *Chondromyces* mit Zystenbildung. Zystophor besonders bei der letzteren Gattung von sehr regelmäßiger Gestalt (Abb. 46).

III. Stamm. Zygophyta.

Einzellig und dabei einzeln bleibend oder in Cönobien. Zellen in der Regel mit Membran, mit Gliederung in Kern, Chromatophoren und Cytoplasma. Zelle bei den meisten Formen mit deutlicher Zweiteilung der Wand (entweder durch Querfurche oder durch Teilung der Membran); nur bei abgeleiteten Formen, die aber mit den übrigen durch zweifellose Mittelformen verbunden sind, fehlt diese Zweiteilung. Fortpflanzung durch Teilung, bei der meistens jede Tochterzelle eine Hälfte der alten Wand erhält, außerdem bei der Mehrzahl durch Kopulation. Schwärmsporen fehlen in der Regel. Die Chromatophoren sind durch Chlorophyll oder durch einen dem Chlorophyll nahe stehenden oder durch einen neben dem Chlorophyll auftretenden Farbstoff grün, gelb oder braun (selten anders) gefärbt.

Unter dem Namen der Zygophyten erscheinen hier einige Organismengruppen zusammengefaßt, welche durch eine Anzahl recht auffallender Merkmale sich zusammenfassen lassen.

Als sicher erscheint es, daß es sich durchwegs um Flagellaten-Abkömmlinge handelt, die zu analoger Organisationshöhe vorgeschritten sind, zu irgend einem der anderen im folgenden behandelten Pflanzenstämme aber keinerlei nachweisbare genetische Beziehungen aufweisen. Unsicher ist es derzeit noch, ob die Ähnlichkeiten zwischen den Angehörigen der als Zygophyten zusammengefaßten Gruppen auf bloßen Analogien oder doch auf näherer Verwandtschaft beruhen. Manches im Entwicklungsgang dieser Organismen ist noch nicht ganz geklärt; sollten weitere Untersuchungen die erstgenannte Alternative ergeben, so müßte eine Auflösung des Stammes vorgenommen werden.

Die *Peridinieae*, die *Centricae* unter den *Bacillarieae*, die *Conjugatae* sind Haplobionten, die *Pennatae* unter den *Bacillarieae* Diplobionten. Letztere sind daher bei aller Übereinstimmung mit den anderen Bazillarieen von den übrigen Gruppen am schärfsten getrennt. Viele *Peridinieae* zeigen im Entwicklungsgang eine überraschende Übereinstimmung mit den *Centricae*. Alle *Conjugatae*, weitaus die meisten *Peridinieae* und *Bacillarieae* sind autotroph[1]), sind daher dem biologischen Typus der „Algen“ zuzuzählen.

---

[1]) Eine mit Rücksicht auf die Verhältnisse bei den Schizophyten und Euthallophyten sehr bemerkenswerte Andeutung der Ausbildung von zwei biologisch verschiedenen Reihen findet sich bei den Peridinieen, da unter den Gymnodiniaceen neben Formen mit gefärbten Chromatophoren und Kohlenstoffassimilation auch Formen mit farblosen oder ohne Chromatophoren und mit heterotropher Ernährung vorkommen, ferner bei den Bazillarieen, bei denen gleichfalls farblose, saprophytisch lebende Formen nachgewiesen wurden.

1. Klasse. Peridinieae[2) u. 3)].

Einzellig, meist einzeln lebend, nur selten zu Cönobien vereinigt. Form der Zelle mannigfaltig, kugelig, eiförmig, kreiselförmig, oft mit horn- oder flügelartigen Fortsätzen. Zelle mit deutlichem, oft auffallend großem Kerne, mit kornförmigen oder plattenförmigen, gelben, braunen, seltener roten oder farblosen Chromatophoren. Die Färbung derselben ist durch Chlorophyll, das rotbraune Peridinin und das braune Phycopyrrin[4]) bedingt[5]). Als Assimilationsprodukt finden sich Fettropfen im Inhalte, daneben Amylum. Besonders auffallend sind oft rot gefärbte Ölmassen. Außer gewöhnlichen Vakuolen finden sich im Inhalte die Pusulen, das sind Vakuolen, die durch Ausführungsgänge in die Geißelspalte sich entleeren (Abb. 47, Fig. 7).

Die Wand besteht aus Zellulose, sie ist selten einheitlich, meist besteht sie aus zwei oder mehr Platten. Bei mehr als zwei Platten lassen sich Schalen-, Gürtel- und Schloßplatten unterscheiden, die beiden letzteren Kategorien setzen die durch die Quer-, beziehungsweise Längsfurche gekennzeichneten Teile zusammen. An der Oberfläche der Zellen verläuft mit wenigen Ausnahmen eine Quer- und eine Längsfurche. Die Membran ist glatt oder porös, in letzterem Falle erheben sich überdies über dieselbe oft Verdickungsleisten, die, netzförmig gruppiert, eine Felderung der Membran veranlassen. An der Kreuzungsstelle der beiden Furchen befindet sich zumeist eine Öffnung, die Geißelspalte; überdies zeigt die Zelle oft eine Öffnung am Ende einer der beiden Schalenhälften (Apikalporus). Durch die Poren tritt, wenigstens zeitweise, Plasma aus der Zelle heraus (extramembranöses Plasma), von welchem die Bildung der Skulpturen zum guten Teile ausgeht.

Membranlose Zellen bei Familie 1, bei Schwärmern und bei gelegentlich vorkommenden amöboiden Stadien.

---

[2]) = Arthrodele Flagellaten, Cilioflagellaten, Dinoflagellaten.

[3]) Vgl. Klebs G., Über die Organisation einiger Flagellatengruppen und ihre Beziehungen zu Algen- und Infusoriengruppen. Unters. d. bot. Inst. Tübingen, I., 1883; Über d. Organis. u. syst. Stellg. d. Perid. Biol. Zentralbl., IV., 1885. — Stein, Der Organismus der Infusionstiere, III. Abt., II. Heft, 1883. — Bütschli in Bronn, Klassen und Ordnungen des Tierreiches, I. Bd., II. Abt., 1883. — Schütt F. in Engler u. Prantl, Natürl. Pflanzenfam., I. Teil, I. Abt. b, 1896; Die Peridin. d. Planktonexped., Ergebn. d. Plankton-exp., IV. — Folgner V., Beitr. z. Kennt. d. Entw.-Gesch. einiger Süßwasserper. Öst. bot. Zeitschr., 1899. — Murray G., New Perid. from the Atl. Transact. Linn. Soc., sec. ser., V., 1899. — Karsten G., Das Phytoplankton des antarkt. Meeres; Das indische Phytoplankton. Wissenschaftl. Ergebn. d. deutsch. Tiefsee-Exp., II. Bd., 2 Teil. — Oltmanns F., Morphol. u. Biol. d. Alg., 1904 u. 1906. — Lemmermann E. in Kryptog.-Fl. d. Mark Brandenb., I., 1910. — Klebs G., Über Flag. und algenähnl. Perid. Verh. naturh. med. Ver. Heidelb., N. F., 11. Bd., 1910/12. — Schilling A. J. in Pascher A., Süßwasserfl., Heft 3, 1913. — Doflein F., Lehrb. d. Protoz.-Kde., V. Aufl., 1916. — Huber G. u. Nipkow F., Exper. Unters. üb. Entw. v. *Ceratium*, Zeitschr. f. Bot., XIV., 1922.

[4]) Vgl. Schütt F. in Berichte der deutsch. bot. Ges., 1890. — Molisch H., Mikrochemie, 2. Aufl., 1921.

[5]) Die Färbung einiger blauer und rosenroter *P.* ist noch nicht näher untersucht.

Die meisten Peridinieen weisen Bewegungen auf; dieselben werden durch zwei (seltener drei) aus der Geißelspalte hervortretende Geißeln verursacht; von denselben verläuft die eine, die „Quergeißel", in querer Richtung (bei Formen mit Querfurche in dieser) und bewirkt die rotierende

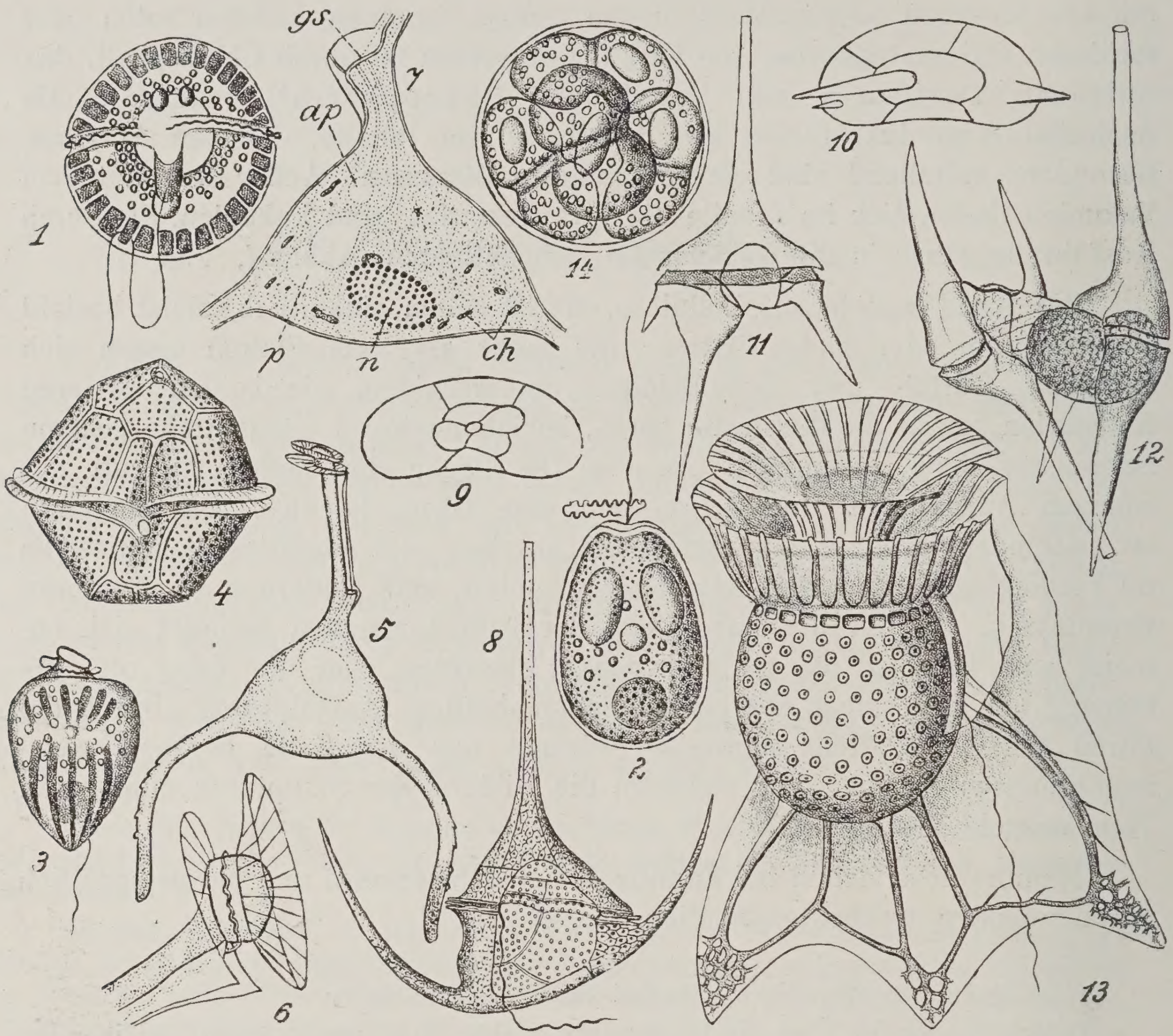


Abb. 47. *Peridinieae.* — Fig. 1. *Glenodinium cinctum*; 600fach vergr. — Fig. 2. *Exuviaella lima*; 270fach vergr. — Fig. 3. *Amphidinium operculatum*; 200fach vergr. — Fig. 4. *Goniodoma acuminatum*; 500fach vergr. — Fig. 5. *Triposolenia bicornis*; 514fach vergr. — Fig. 6. Oberster Teil derselben mit Gürtelplatte; 1200fach vergr. — Fig. 7. Zellinneres derselben: *p* Pusule, *ap* akzessorische Pusule, *n* Kern, *ch* Chromatophoren, *gs* Geißelspalte; 750fach vergr. — Fig. 8. *Ceratium tripos*; 220fach vergr. — Fig. 9. Oberansicht davon mit Apikalporus. — Fig. 10. Unteransicht davon. — Fig. 11. *Ceratium hirundinella*; zirka 250fach vergr. — Fig. 12. „Kopulation" v. *C. hirundinella.* — Fig. 13. *Ornithocercus magnificus*; stark vergr. — Fig. 14. Zyste von *Goniodoma acuminatum* mit jungen Schwärmern; 500fach vergr. — Fig. 1, 2, 8 nach Bütschli, 3, 4, 14 nach Stein, 5—7 nach Kofoid, 9, 10, 13 nach Schütt, 11, 12 nach Zederbauer.

Vorwärtsbewegung der ganzen Zelle, die zweite, „Längsgeißel", bestimmt, vorgestreckt oder nachgezogen, insbesondere die Richtung der Bewegung. — Die Fortpflanzung und Vermehrung der Peridinieen ist noch nicht vollkommen bekannt. Allgemein kommt Teilung vor. Hierbei tritt in der

Wand ein in verschiedener Weise verlaufender Spalt auf, das Plasma teilt sich, jeder Teil verbleibt in einer der beiden Wandhälften und ergänzt die Wand zu einem neuen Individuum. Überdies kommt Teilung im Innern von Gallertzysten (Abb. 47, Fig. 14) vor. Bei ungünstigen äußeren Verhältnissen gehen viele Formen unter Verlust der Beweglichkeit und Erwerbung dicker

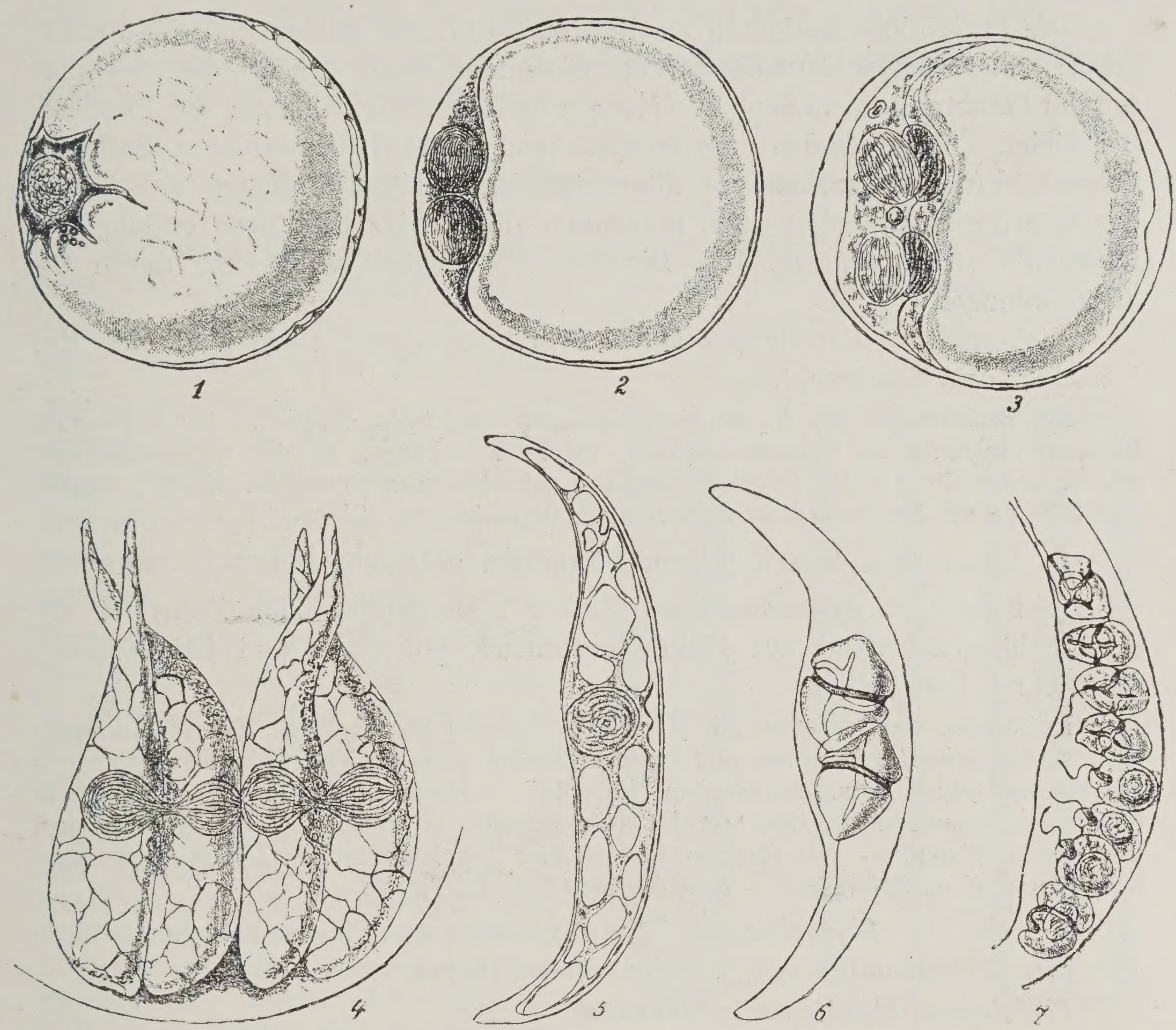


Abb. 48. Gametenbildung bei *Diplodinium lunula.* — Fig. 1. Zyste. — Fig. 2 u. 3. Dieselbe in Teilung vor der Bildung der Tochterzysten. — Fig. 4. Stück der Zystenwand mit vier Tochterzysten. — Fig. 5. Erwachsene Tochterzyste. — Fig. 6 u. 7. Gametenbildung in der Tochterzyste. — Stark vergr. — Nach Dogiel.

Membranen in Dauerzustände über. Nicht selten kommen Häutungen (Abstoßen der Membran und Neubildung einer solchen) vor.

Über sexuelle Fortpflanzungsvorgänge liegen zweierlei Angaben vor. Einerseits wurde bei mehreren Arten Kopulation ganzer vegetativer Zellen angegeben[6]) (Abb. 47, Fig. 12). Anderseits wurde bei anderen Arten

---

[6]) Vgl. Zederbauer E., Geschl. u. ungeschl. Fortpflanz. v. *Ceratium.* Ber. d. deutsch. bot. Ges., 22. Bd., 1904. — Entz G., Die Organisationsverh. einig. Perid. Math.-naturw.

(Abb. 48) beobachtet[7]), daß Zysten in Tochterzysten zerfallen, welche frei werden und in ihrem Innern gymnodinium-artige Schwärmer ausbilden oder daß dies ohne Ausbildung von Tochterzysten erfolgt, daß in beiden Fällen aber Kopulation der Schwärmer eintritt. Die Reduktionsteilung scheint nach der Zygotenbildung einzutreten. Demnach wären die *Peridinieae* Haplobionten.

Die Peridinieen umfassen in zirka 40 Gattungen marine und Süßwasserarten; erstere herrschen weitaus vor. Sie bilden einen wesentlichen Bestandteil der Planktonflora in Seen und Meeren und damit der Nahrung der Seetiere. Bei vielen Formen finden sich entsprechend dieser Lebensweise auffallende Schwebeeinrichtungen, so vor allem flügelartige Ausbreitungen am Rande der Querfurche, überdies auch manchmal flügelartige Bildungen entlang der Längsnaht (Abb. 47, Fig. 13). Die Schwebefähigkeit wird auch durch Ölansammlungen erhöht.

Viele marine Peridinieen haben Leuchtvermögen[8]); sie sind eine der Ursachen des Meerleuchtens.

Die Beziehungen der P. zu den Flagellaten sind recht deutlich. Als Verwandte kommen einerseits die *Cryptomonadineae*, welche Beziehungen zu den Gymnodiniaceen zeigen, anderseits die den Cryptomonadineen nahestehenden *Desmomonadineae*[9]), welche Anklänge an die *Prorocentraceae* aufweisen, in Betracht.

Es lassen sich derzeit folgende Familien unterscheiden:

1. Familie. ***Gymnodiniaceae.*** Zellen membranlos oder Zellwand zusammenhängend, nicht aus Platten bestehend, mit Quer- und Längsfurche; Quer- und Längsgeißel.

In Süßwasserseen Formen mit oft grünen Chromatophoren, z. B. *Hemidinium nasutum*, *Amphidinium operculatum* und *lacustre* (Abb. 47, Fig. 3), *Gymnodinium fuscum*. — Im Meeresplankton u. a. *Diplodinium* (Abb. 48). — Parasitär: *Blastodinium Pruvoti* in Copepoden, *Gymnodinium roseum* auf Copepodeneiern, *G. pulvisculus* auf verschiedenen pelagischen Tieren. — Mit starkem Hervortreten der Ruhestadien: *Cystodinium*, *Hypnodinium* u. a. im Süßwasser. — *Glenodinium* (Abb. 47, Fig. 1).

2. Familie. ***Phytodiniaceae.*** Zellwand nicht aus Platten bestehend, ohne Furchen. Zellen unbeweglich. Schwärmer unbekannt.

Phytodinium, *Stylodinium* im Süßwasser.

3. Familie. ***Prorocentraceae.*** Zellwand aus zwei uhrglasförmigen, mit den Rändern aufeinander passenden Platten zusammengesetzt, ohne Querfurche.

Alle Arten marin, z. B. *Exuviaella* (Abb. 47, Fig. 2), *Prorocentrum*.

Ber. aus Ung., XXV., 1909. — Zytologisch wurden diese Fälle nicht untersucht. Wenn man die Verhältnisse bei den *Bacillarieae* in Betracht zieht, kann man es nicht als ausgeschlossen betrachten, daß zweierlei Arten der sex. Fortpflanzung bei den P. existieren.

[7]) Vgl. Dogiel V., Beitr. z. Kenntn. d. Perid. Mittlg. aus d. zool. Stat. in Neapel, 18. Bd., 1906/8. — Jollos V., Dinoflagellatenstud. Arch. f. Prot.-Kunde, XIX. Bd., 1910. — Pascher A., Üb. Flag. u. Alg. Ber. d. deutsch. bot. Ges., XXXII. Bd., 1914.

[8]) Vgl. Molisch H., Leuchtende Pflanzen, 2. Aufl., 1912. — Plate L., *Pyrodinium Tahamense*. Arch. f. Protistenk., VII., 1906.

[9]) Vgl. Pascher A., Üb. Flag. u. Algen. Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch., XXXII. Bd., 1914. — Daselbst die Beschreibung der wenig bekannten P.-Familie der *Dinotrichaceae*.

4. Familie. ***Peridiniaceae.*** Zellwand aus mehr als zwei Platten zusammengesetzt, mit Schloß- und Gürtelplatten, mit Quer- und Längsfurche, Quer- und Längsgeißel.

Formenreichste Familie, mit Süßwasser- und Meeresformen. *Ceratium* (Abb. 47, Fig. 8 u. 11), mit drei oder vier hornartigen Fortsätzen, *Goniodoma* (Abb. 47, Fig. 4), *Peridinium.*

5. Familie. ***Dinophysidaceae.*** Wand durch eine Sagittalnaht in zwei Hälften geteilt. Zerlegung der Ober- und Unterhälfte in Platten fehlt.

Meeresplanktonten, vielfach mit auffallenden Schwebeeinrichtungen: *Ornithocercus* (Abb. 47, Fig. 13), *Dinophysis* u. a.

2. Klasse. Bacillarieae[10]). Kieselalgen[11]).

Einzellig. Einzeln lebend oder Cönobien bildend; letztere fadenförmig (Abb. 50, Fig. 4), fächerförmig (Abb. 50, Fig. 5), kettenförmig (Abb. 50, Fig. 7) oder mächtige, von Schleimhüllen umgebene Massen darstellend (Abb. 50, Fig. 9). Zelle mit zumeist zentralem Kerne, mit relativ viel Zellsaft, der in der Mitte häufig durch eine Plasmaansammlung unterbrochen, daher in zwei große Vakuolen geteilt ist. Chromatophoren in Platten- oder Körnerform; in ersterem Falle in geringer (1—2) Zahl und in großer Mannigfaltigkeit der Form, in letzterem Falle in größerer Zahl; sie sind

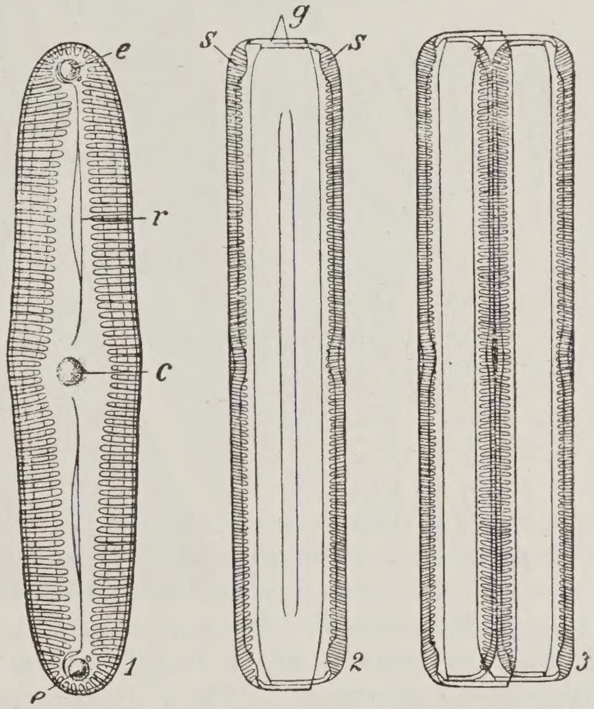


Abb. 49. *Pinnularia viridis.* — Fig. 1. Schalenansicht, c = Zentralknoten, e = Endknoten, r = Raphe. — Fig. 2. Gürtelansicht, s = Schalen, g = Gürtelbänder. — Fig. 3. Teilungsstadium in der Gürtelansicht. — Alle Fig. sind nach ausgeglühten, also inhaltslosen Individuen angefertigt; stark vergr. — Fig. 1 u. 2 nach Pfitzer, Fig. 3 Original.

[10]) = *Diatomeae.*

[11]) Vgl. Smith W., Synopsis of the Brit. Diatom. London 1853—1856. — Schmidt A. und M. und Fricke F., Atlas der Diatomaceenkunde. 2. Aufl., 1874 etc. — Van Heurck H., Synopsis des Diatom. de Belgique, Anvers 1880—1885. — Pfitzer E., Unters. über Bau u. Entw. der Bacillariaceen. Bonn 1871 und in Schenk, Handb. d. Bot., II. Bd., Breslau 1882. — De Toni G. B., Sylloge Algarum, Vol. II, Sect. 1—3, 1891—94. — Mills F. et Deby J., An introduct. to the study of the Diatom., London 1893. — Schütt F. in Engler u. Prantl, Natürl. Pflanzenfam., I. Abt., 1896. — Karsten G., Die Diatomeen der Kieler Bucht, 1899; vgl. auch die S. 97 zitierten Arbeiten. — Van Heurck H., Traité d. Diatom., 1899. — Ott E., Unters. üb. d. Chromatophorenbau d. Süßwasserdiat. Sitzb. Akad. Wien, CI., 1900. — Gran H. H., Das Plankton d. Nordmeeres. Rep. norveg. Fischery Invest., 2., 1902; Die Diatom. d. arkt. Meere, Römer u. Schaudinn, Flor. Arct., II., 3, 1904. — — Mereschkowsky C., Zur Morphol. d. Diat., Kasan 1903. — Oltmanns F., Morphol.

durch eine braune Modifikation des Chlorophylls, das Phaeophyll, gefärbt[12]) und enthalten überdies ein Karotin. Von sonstigen Inhaltskörpern der Zelle sind Tropfen fetten Öles, ferner die sogenannten Bütschlischen Körperchen (Gerbstoff) hervorzuheben; Stärke fehlt. Die Schale (Frustel) besteht aus zwei Hälften, die ganz getrennt sind und durch Übereinandergreifen der

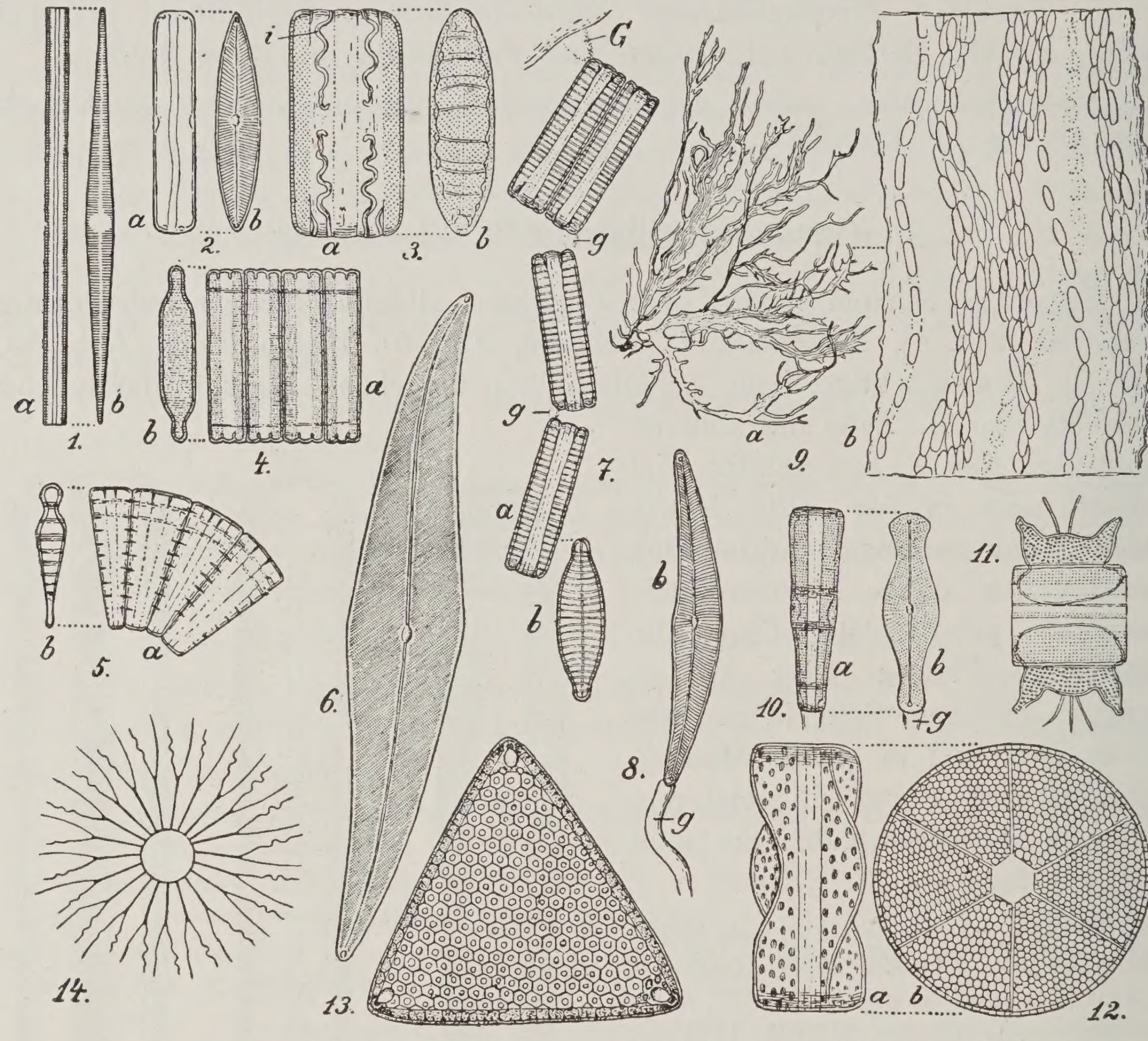


Abb. 50. *Bacillarieae.* — Fig. 1. *Synedra ulna.* — Fig. 2. *Navicula Westii.* — Fig. 3. *Grammatophora serpentina.* — Fig. 4. *Fragilaria virescens.* — Fig. 5. *Meridion constrictum.* — Fig. 6. *Pleurosigma angulatum.* — Fig. 7. *Diatoma vulgare.* — Fig. 8. *Cymbella lanceolota.* — Fig. 9. *Schizonema helminthosum*, *a* Cönobium in nat. Gr., *b* Stück eines solchen stark vergr. — Fig. 10. *Gomphonema geminatum.* — Fig. 11. *Biddulphia aurita.* — Fig. 12. *Actinoptychus undulatus.* — Fig. 13. *Triceratium favus.* — Fig. 14. *Bacteriastrum varians* var. *princeps.* — *a* in allen Figuren (außer 9) Gürtelansicht, *b* Schalenansicht, *g* Gallertstiele; alle Figuren (außer 9) stark vergr. — Fig. 1—12 nach Smith, Fig. 13 u. 14 nach Challenger-Exp.

u. Biol. d. Algen. I., 1904. — Richter O., Reinkult. v. Diat. Ber. d. deutsch. bot. Ges., 1903; Zur Physiol. d. Diat. I. Sitzber. d. k. Akad. Wien, CXV., 1906. — Edwards A. M., The origin of the *Bacillaria.* Nuov. Notar., 23., 1908. — Heinzerling O., Der Bau der Diatom.-Zelle etc. Bibl. bot., 69. Heft, 1908. — Meister Fr., Die Kieselalgen d. Schweiz, Bern 1912. — Schönfeldt H. in Pascher A., Süßwasser-Flora, Heft 10, 1913; Diatomac. German. 1907. — Tempère et Peragallo, Diatom. d. monde ent., 2. ed 1912—1913.

[12]) Vgl. Molisch H., Über d. braun. Farbstoff d. Phaeophyc. u. Diatom. Bot. Zeitg., 1905. — Über eine Form mit einem blauen Farbstoffe im Plasma vgl. Molisch H., Notiz

Ränder sich zueinander verhalten, wie Boden und Deckel einer Schachtel. Jede Hälfte besteht wieder aus zwei oder mehr Teilen, zum mindesten aus einer „Schale“ (valva) und einem „Gürtelband“ (pleura), das immer mit der Schale fest verbunden ist; die Gürtelbänder greifen übereinander (Abb. 49, Fig. 2).

Zwischen Gürtelband und Schale sind zuweilen „Zwischenbänder“ eingeschaltet; von diesen gehen bei manchen Formen Wände aus, die in das Innere der Zellen hineinragen: „Septa“ oder „Innenschalen“ (Abb. 50, Fig. 3 *a* bei *i*). Jedes Individuum sieht, je nachdem man es von einer der Schalen oder von der Seite der Gürtelbänder aus betrachtet, wesentlich ver-

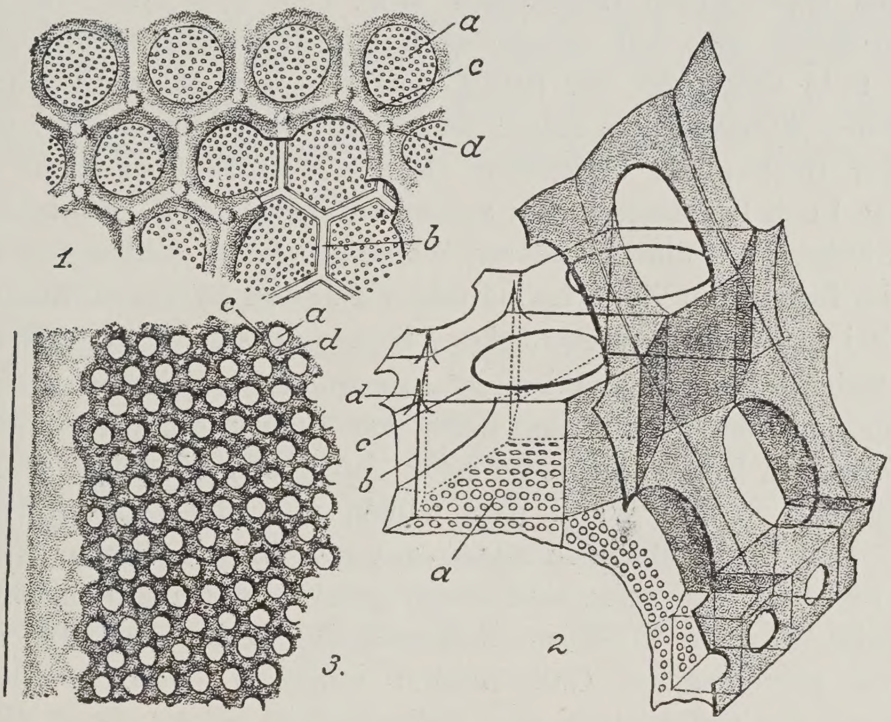


Abb. 51. Bau der Bacillarieen-Wand. — Fig. 1 u. 2. *Triceratium favus.* — Fig. 1. Fragment der Wand von der Fläche betrachtet, *a* Grundplatte, *b* Verdickungsleisten, *c* horizontale Ausbreitung derselben, *d* den Berührungskanten der Verdickungsleisten aufgesetzte Spitzen. Fig. 2. Ein Stück des Schalenrandes mit einem Stücke der längs des Randes verlaufenden Leiste in perspektivischer Ansicht, Buchstaben wie bei Fig. 1. — Fig. 3. Stück der Schale von *Pleurosigma angulatum*, Buchstaben wie bei Fig. 1. — Fig. 1 bei zirka 1200facher, Fig. 2 bei noch stärkerer, Fig. 3 bei 1000facher Vergr. — Fig. 1 u. 2 nach Pfitzer, Fig. 3 nach einer Photographie von Zeiss.

schieden aus („Schalen-“ und „Gürtelansicht“; vgl. Abb. 49, Fig. 1 u. 2). Die größte Mannigfaltigkeit im äußeren Umriß weisen die Zellen in der Schalenansicht auf; sie sind kreisrund, eiförmig, lanzettlich, s-förmig, bisquitförmig, nadelförmig, dreieckig etc. etc. (vgl. Abb. 50). Die ganze Wand ist in der verschiedensten Weise gezeichnet und skulpturiert. Zunächst fällt bei vielen Formen an der Schalenansicht ein der Länge nach verlaufender, zumeist etwas gekrümmter Streif, die Raphe (Abb. 49, Fig. 1, *r*)

üb. eine bl. Diat. Ber. d. deutsch. bot. Ges., XXI., 1903. — Sauvageau in Stat. d'Arcachon. Trav. d. lab., t. IX., 1906 u. t. X., 1907.

auf, der einen die Membran durchsetzenden, kompliziert gebauten und insbesondere an den Enden kompliziert verlaufenden Spalt darstellt, ferner knotenförmige Vorwölbungen mit feinen Perforationen (Zentralknoten, Endknoten, Abb. 49, Fig. 1, *c* und *e*). Es gibt auch Formen mit zwei Raphen auf jeder Schale *(Surirella)*, ferner Formen mit Längsstreifen, die mit Spaltenbildung nichts zu tun haben (Pseudo-Raphe).

Überdies finden sich mannigfache, bei schwächeren Vergrößerungen als Punkte, Streifen, Netze etc. erscheinende Skulpturen, die auf einen komplizierten Bau der Wand zurückzuführen sind. Am häufigsten gehen dieselben auf die in Abb. 51 dargestellten Verhältnisse zurück. Die Wand besteht aus einer feinen Grundplatte (Fig. 1 u. 2, *a*), die von zahlreichen Poren durchsetzt ist. Auf erstere sind leistenförmige Verdickungslamellen (Fig. 1 u. 2, *b*) aufgesetzt, die häufig netzartig verbunden sind und dadurch kleine Areolen bilden. Nicht selten sind diese Verdickungsleisten oben wieder parallel der Grundplatte verbreitert (Fig. 1 u. 2, *c*), über jeder Areole ein kreisrundes Loch freilassend. Bei anderen Formen (z. B. *Pinnularia*) beruht aber die Skulptur auf einem anderen Wandbau: Poren fehlen und die Streifen sind auf im Innern der Zelle befindliche Kammern zurückzuführen. Überdies kommen bei manchen Formen höcker-, horn- und stachelartige Fortsätze vor.

Die Substanz der Wand besteht aus einer Modifikation der Zellulose, die in höherem oder geringerem Maße von einer Siliciumverbindung durchsetzt ist, weshalb bei Fäulnis oder beim Ausglühen ein Kieselskelett zurückbleibt. Vielfach ist die Wand nach außen von einer zarten Schleimhülle umgeben. Manche Bacillarieen sitzen auf gelatinösen Stielen (Gallertstiele; Abb. 50, Fig. 8 u. 10), oder sind durch gelatinöse Knöpfe miteinander verbunden (Abb. 50, Fig. 7), durch Gallertbänder verbunden oder in größerer Menge von gemeinsamen Gallerthüllen umgeben (Abb. 50, Fig. 9). Die Ausscheidung der Gallertstiele und Gallertknöpfe erfolgt durch Gallertporen.

Viele Bacillarieen sind frei beweglich, besonders kommt diese Fähigkeit langgestreckten Formen zu. Die Bewegung besteht in einem langsamen Kriechen in der Richtung der Längsachse. Sie wird hervorgerufen durch Plasmaströmungen, die aus dem Innern der Zelle hervortreten und an der Oberfläche derselben verlaufen. Der ganze Bewegungsmechanismus hängt mit dem Baue der Raphe auf das Innigste zusammen[13]. (Abb. 52.) Einzelne festsitzende *Navicula*-Arten zeigen Pendelbewegungen.

Die Fortpflanzung erfolgt in erster Linie durch Teilung und durch Auxosporenbildung. Die Teilung (Abb. 49) wird eingeleitet durch Auseinanderrücken der zwei Schalenhälften, durch Teilung des Zellinhaltes und wird abgeschlossen dadurch, daß je ein Teil des Inhaltes in eine der beiden Schalenhälften tritt und daß zu der betreffenden Hälfte eine neue von ihr am Rande umschlossene Hälfte gebildet wird. Infolgedessen wird von den beiden Tochterindividuen das eine kleiner als das Mutterindividuum. Ent-

---

[13]) Vgl. Müller O., Die Ortsbewegung der Bacillariaceen VII. Ber. d. deutsch. bot. Ges., XXVII. Bd., 1909 und die dort zitierte Literatur.

weder wird nun die ursprüngliche Größe durch nachträgliches Wachstum erreicht, oder es hat fortgesetzte Teilung eine bedeutende Verkleinerung der Individuen zur Folge. Dieser wird endlich eine Grenze durch die Auxosporenbildung gesetzt. Die Auxosporenbildung ist entweder ein rein vegetativer Vorgang oder das Ergebnis eines Kopulationsvorganges. Die verschiedenen Vorgänge der Auxosporenbildung, sowie die Verschiedenheit der sexuellen Fortpflanzung charakterisieren die beiden Unterklassen der Bacillarieen.

Die Bacillarieen sind ungemein artenreich und verbreitet; sie finden sich ebenso im Süßwasser wie im Meere, ebenso in den Tropen wie in den arktischen Gebieten; in letzteren ist ihre Individuenzahl oft eine auffallend große. In Meeren und Seen finden sich Bacillarieen ebenso unter den Ufer- und Grundformen, wie unter den Organismen des Plankton. Die Planktonformen sind vielfach durch eigentümliche Schwebevorrichtungen

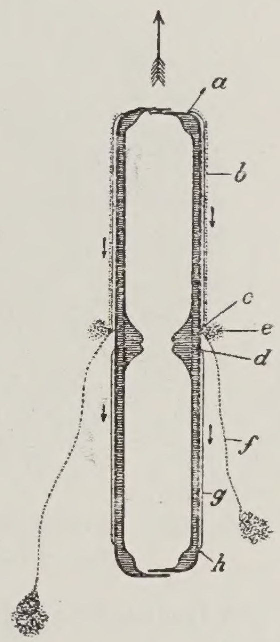


Abb. 52. Individuum von *Pinnularia viridis*, im Sinne des Pfeiles sich bewegend. Ein Plasmastrom *b* tritt bei *a* aus der Polspalte des vorderen Endknotens und bewegt sich zur vorderen Mündung des Zentralknotenkanales *c*. Auf diesem Wege nimmt er in Flüssigkeiten, welche Körnchen suspendiert enthalten, Körnchenmassen mit, die bei *c* zur Wolke *e* sich stauen und dann in den Faden *f* abfließen. Aus der hinteren Mündung des Zentralknotenkanales *d* tritt gleichfalls ein Plasmastrom *g*, der in die Mündung des hinteren Endknotens *h* sich ergießt. — Schematisiert nach O. Müller.

(scheibenförmige Gestalt, vgl. Abb. 53, horn- und fadenförmige Fortsätze etc.) ausgezeichnet, während ihnen gewisse Eigentümlichkeiten der Grundformen (Raphe, Gallertstiele) fehlen. Unter den Grundformen gibt es festsitzende und freibewegliche; unter den ersteren Epiphyten. Bei massenhaftem Vorkommen bilden die Bacillarieen braune Überzüge oder Niederschläge oder bedingen eine braune Färbung des Wassers. Das häufige Vorkommen in Verbindung mit der geringen Größe bewirkt auch, daß sehr oft abgestorbene Bacillarieen im Staube der Luft gefunden werden.

Interessante Anpassungsformen sind farblose Bacillarieen mit reduzierten Chromatophoren oder ohne solche; sie zeigen heterotrophe Ernährung[14]).

---

[14]) Vgl. Benecke W., Über farblose Diatomeen d. Kieler Föhrde. Jahrb. f. wissensch. Bot., XXXV. Bd., 1900. — Karsten G., Über farblose Diatom. Flora, 1901. — Richter O., Zur Physiologie der Diatom. II. Denkschr. d. Wien. Akad., LXXXIV. Bd., 1909.

Bei einer solchen Form, *Nitzschia putrida*, wurde das gelegentliche Auftreten membranloser Individuen und das Zusammenfließen solcher beobachtet.

Die Verkieselung der Membranen bewirkt die Möglichkeit der unveränderten Erhaltung der Bacillarieen nach ihrem Absterben; so finden sich fossile Diatomaceen von der Kreideperiode ab sehr häufig; mächtige Lager von Kieselmergel, „Bergmehl", Kieselguhr, Polierschiefer etc. bestehen ganz oder zum Teile aus Bacillarieenschalen. (Bekannte Fundstätten: Berlin, Königsberg, Eger, Bilin, Ebsdorf in der Lünebürger Heide, Santa Fiora in Toscana, Richmond in Virginien etc.) — Verwendung als Poliermittel, zu feuersicheren und schlecht wärmeleitenden Verkleidungen an Heizungen u. dgl., zur Dynamitfabrikation etc. Diatomeenschalen werden wegen der Regelmäßigkeit und Zartheit ihrer Skulpturen als Prüfobjekte in der mikroskopischen Technik verwendet (Testobjekte). — Neben den Peridinieen bilden

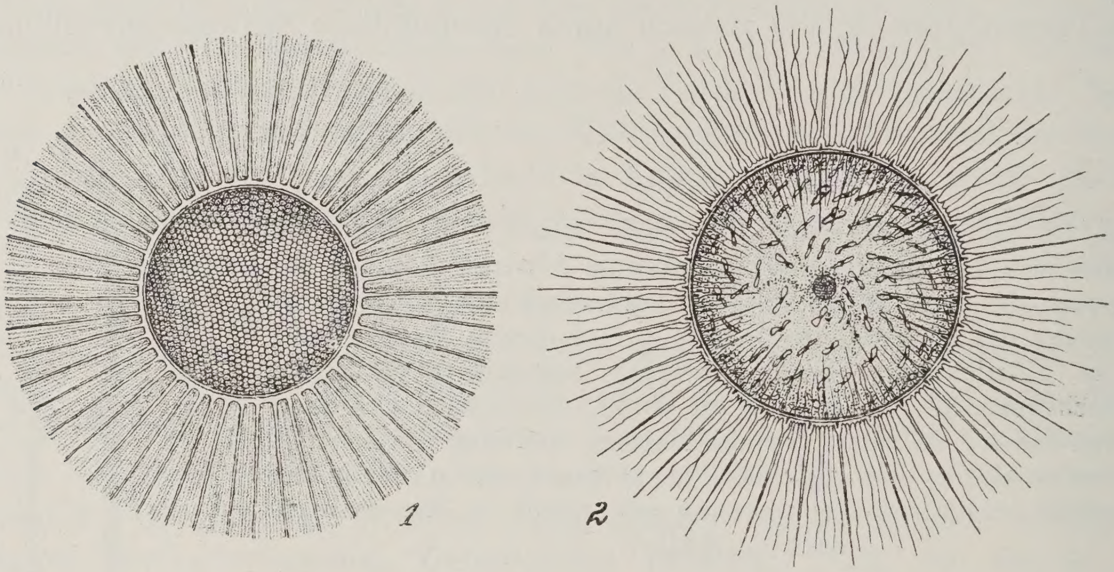


Abb. 53. Marine Planktonbacillarieen (*Centricae*). — Fig. 1. *Valdiviella formosa*. — Fig. 2. *Gossleriella tropica*. — Stark vergr. — Nach G. Karsten.

die Bacillarieen die Hauptmasse des Phytoplankton[15]) und daher ein wichtiges Nahrungsmittel vieler Wassertiere.

Aus dem folgenden wird hervorgehen, daß die Bacillarieen zwei Organismengruppen umfassen, die bei aller Ähnlichkeit wesentliche Unterschiede aufweisen. Diese Unterschiede sind nicht nur morphologischer Art, bestehen nicht nur in den ganz verschiedenen sexuellen Vorgängen, sondern beruhen auch darauf, daß wir nach dem gegenwärtigen Stande unserer Kenntnisse annehmen müssen, daß die *Centricae* Haplobionten sind, die *Pennatae* dagegen Diplobionten. Die *Centricae* stehen den *Peridinieae* relativ nahe und zeigen deutliche Beziehungen zu Flagellaten. Die *Pennatae* sind stärker abgeleitet.

[15]) Über d. Plankton des Süßwassers vgl.: Bachmann H., Das Phytoplankton des Süßwassers. Sammelreferat. Bot. Zeitg., 62. Jahrg., II. Abt., Nr. 617, 1904. Ferner von umfassenden neueren Arbeiten: Lemmermann E., Das Plankton d. schwed. Gew., Ark. f. Bot., II., 1904. — Wesenberg-Lund C., Stud. over de Danske Plankt. Dansk ferskv. Biol. Labor., 1904; Plankt. investig. of the dan. lakes. 1908.

1. Unterklasse. Centricae.

Zellform zylindrisch, je nach der Höhe scheibenförmig, büchsenförmig oder stabförmig. Schalen regellos, konzentrisch oder radiär, niemals fiederig skulpturiert. Chromatophoren zumeist zahlreich und klein. (Abb. 53—55.)

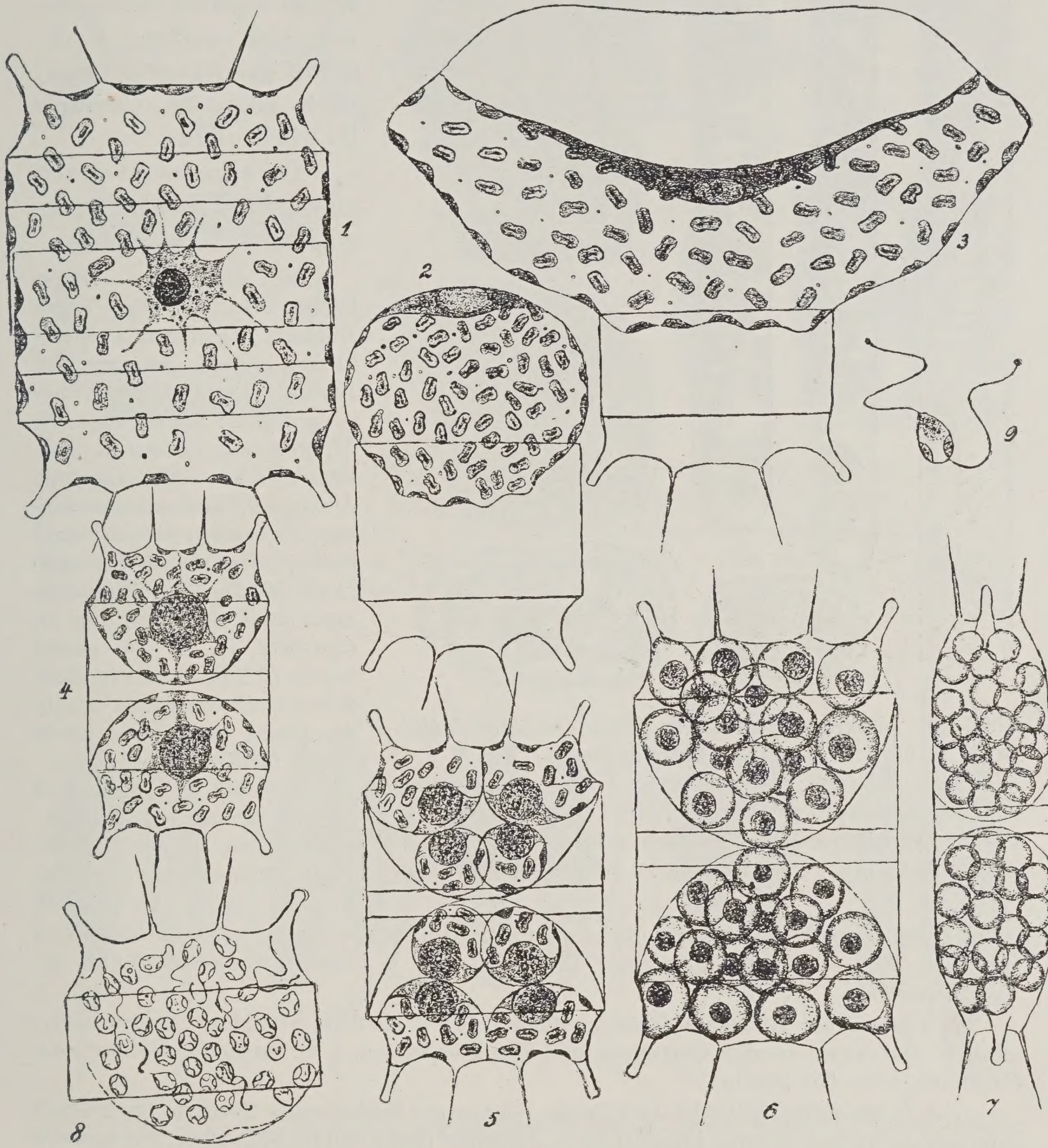


Abb. 54. Auxosporenbildung und „Mikrosporen"-Bildung von *Biddulphia mobiliensis.* — Fig. 1. Vegetative Zelle. — Fig. 2 u. 3. Auxosporenbildung. — Fig. 4—7. Mikrosporenbildung, Fig. 7 in Seitenans. — Fig. 8. Reifes Sporangium. — Fig. 9. Mikrospore. — Stark vergr. — Nach Bergon.

Auxosporenbildung rein vegetativ. Der Zellkörper wächst heran, tritt ganz oder nur zum Teile aus der Membran heraus, umgibt sich mit einer zusammenhängenden Haut, dem Perizonium, innerhalb deren erst die neue Membran entsteht. Vergleichbar mit dem Häutungsvorgange der *Peridinieae.* (Abb. 54.)

Sexuelle Fortpflanzung durch begeißelte Gameten („Mikrosporen“)[16], welche in wechselnder Zahl (16—128) in den Mutterzellen entstehen. (Abb. 54, Fig. 7—9 u. Abb. 55.)

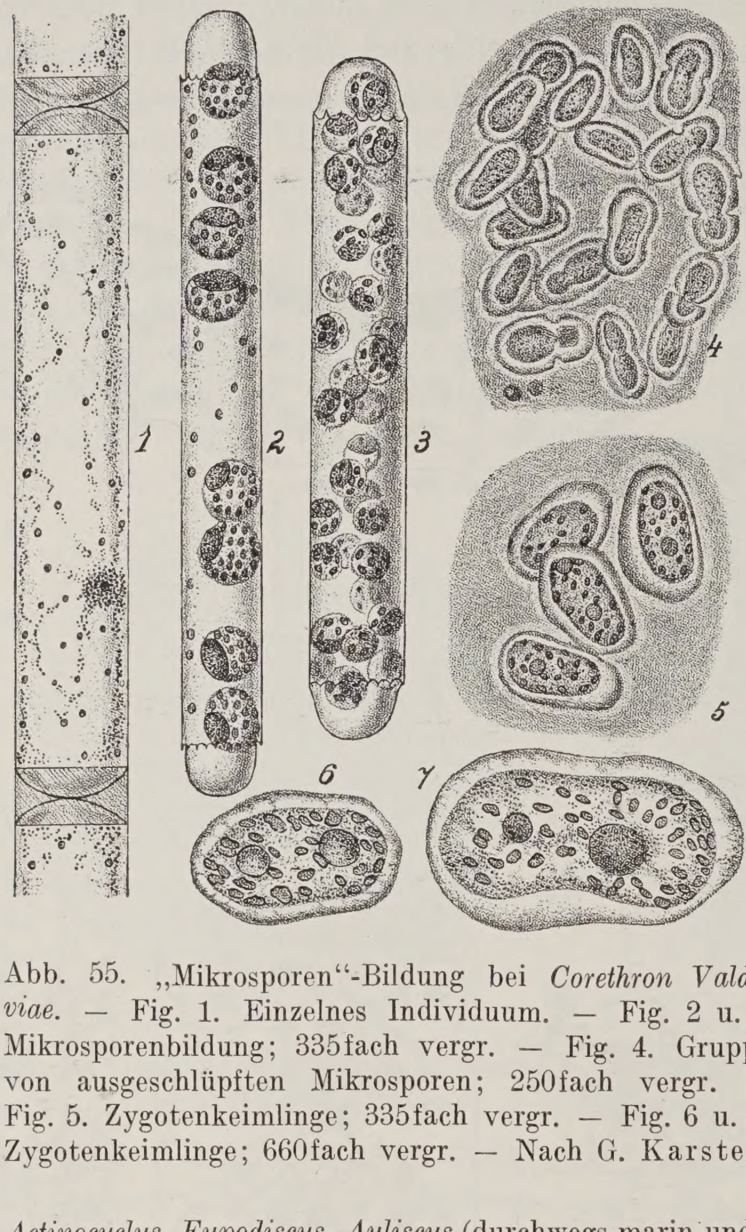


Abb. 55. „Mikrosporen“-Bildung bei *Corethron Valdiviae*. — Fig. 1. Einzelnes Individuum. — Fig. 2 u. 3 Mikrosporenbildung; 335fach vergr. — Fig. 4. Gruppe von ausgeschlüpften Mikrosporen; 250fach vergr. — Fig. 5. Zygotenkeimlinge; 335fach vergr. — Fig. 6 u. 7. Zygotenkeimlinge; 660fach vergr. — Nach G. Karsten.

Die Reduktionsteilung erfolgt wahrscheinlich unmittelbar nach der Kopulation der Gameten, demnach sind die *Centricae* Haplobionten.

Bei einzelnen Formen abweichend gebaute Ruhestadien.

a) **Discoideae.** Zellen flache Scheiben oder kurze Büchsen. Querschnitt kreisförmig. Ohne Hörner und Buckel. Formenreiche Gattungen sind: *Melosira* (z. B. *M. granulata, varians* im Süßwasser sehr verbreitet, *M. Montagnei, nummuloides* marin), *Stephanopyxis* (marin und fossil), *Syndetocystis* (fossil) (Abb. 56, Fig. 3), *Thaumatonema* (fossil) (Abb. 56, Fig. 1), *Cyclotella* (z. B. *C. striata* marin, *C. Kützingiana* im Süßwasser), *Coscinodiscus* (marin und fossil), *Stictodiscus* (marin und fossil), *Actinoptychus* (Abb. 50, Fig. 12) (marin und fossil), *Antelminellia gigas* (marin), die größte Bacillariacee, *Aulacodiscus* (Abb. 56, Fig. 4) (marin und fossil), *Actinocyclus, Eupodiscus, Auliscus* (durchwegs marin und überwiegend fossil), *Cheloniodiscus* (Abb. 56, Fig. 5) (fossil), *Valdiviella* (Abb. 53, Fig. 1) (marin), *Gossleriella* (Abb. 53 Fig. 2) (marin).

b) **Solenoideae.** Zellen stabförmig, mehrfach länger als dick, von kreisförmigem Querschnitt. Durchwegs marine Gattungen und Planktonformen, z. B. *Lauderia, Rhizosolenia, Corethron* (Abb. 55) (marin).

c) **Biddulphioideae.** Zellen büchsenförmig. Schalen mit Buckeln oder Hörnern. Querschnitt elliptisch, polygonal, seltener kreisförmig. — *Terpsinoë* marin und im Süßwasser, alle anderen marin, viele fossil; formenreiche Gattungen: *Chaetoceras, Bacteriastrum* (Abb. 50, Fig. 14), *Triceratium* (Abb. 50, Fig. 13), *Biddulphia* (Abb. 50, Fig. 11 u. Abb. 54), *Hemiaulus, Euodia* u. a.

d) **Rutilarioideae.** Schalen schiffchenförmig. — *Rutilaria* (marin und fossil).

[16]) Vgl. Karsten G., Die sog. Mikrosporen der Planktondiat. etc. Ber. d. deutsch. bot. Ges., XXII., 1904 und die dort zitiert. Lit. — Peragallo H., Sur la quest. des spores d. Diat. Soc. sc. d'Arcachon, VIII., 1905. — Bergon P., Bull. d. l. soc. bot. de France, 1907. — Schiller J., Ber. d. deutsch. bot. Ges., XXVII., Bd., 1909. — Pavillard J., Bull. d. l. Soc. bot. de Fr., LXI., 1914.

2. Unterklasse. Pennatae.

Zellform nicht zentrisch, meist langgestreckt, stabförmig bis elliptisch, oft schiffchenförmig; Skulpturen fiederig. Chromatophoren in geringer Zahl

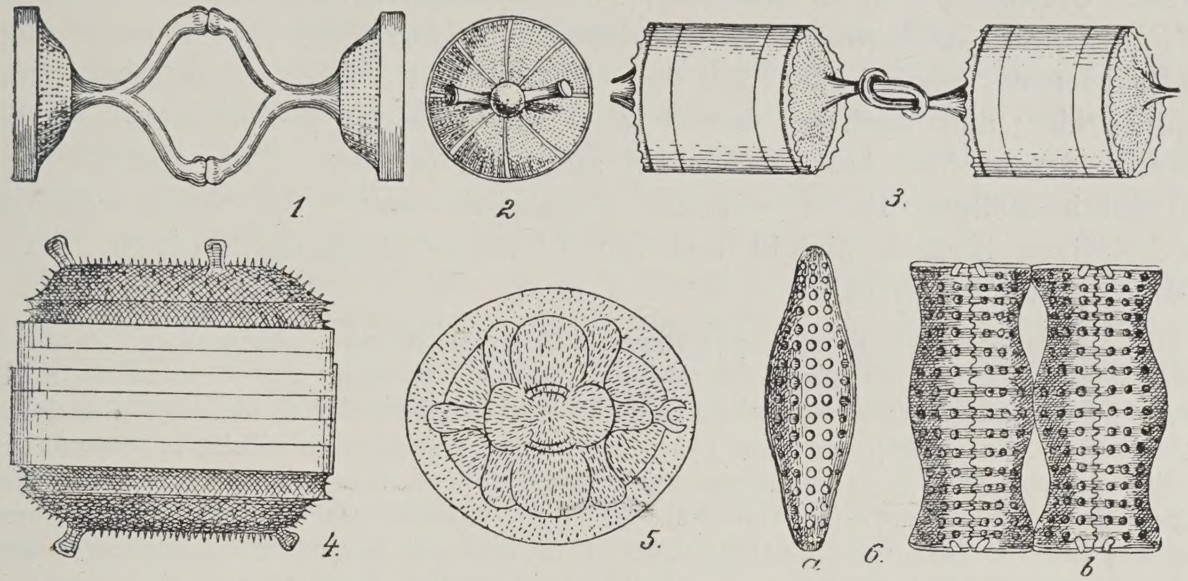


Abb. 56. Fossile Bacillarieen. — Fig 1. *Thaumatonema barbadense*, Gürtelansicht. — Fig. 2. *T. costatum*, Schalenansicht. — Fig. 3. *Syndetocystis barbadensis*. Gürtelansicht. — Fig. 4. *Aulacodiscus scaber*, Gürtelansicht. — Fig. 5. *Cheloniodiscus ananiensis*, Schalenansicht. — Fig. 6. *Terebraria barbadensis*, *a* Gürtel-, *b* Schalenansicht. — Alle Figuren stark vergr. — Fig. 1, 2, 6 nach Greville, 3 nach Van Heurck, 4 nach Schmidt, 5 nach Pantocsek.

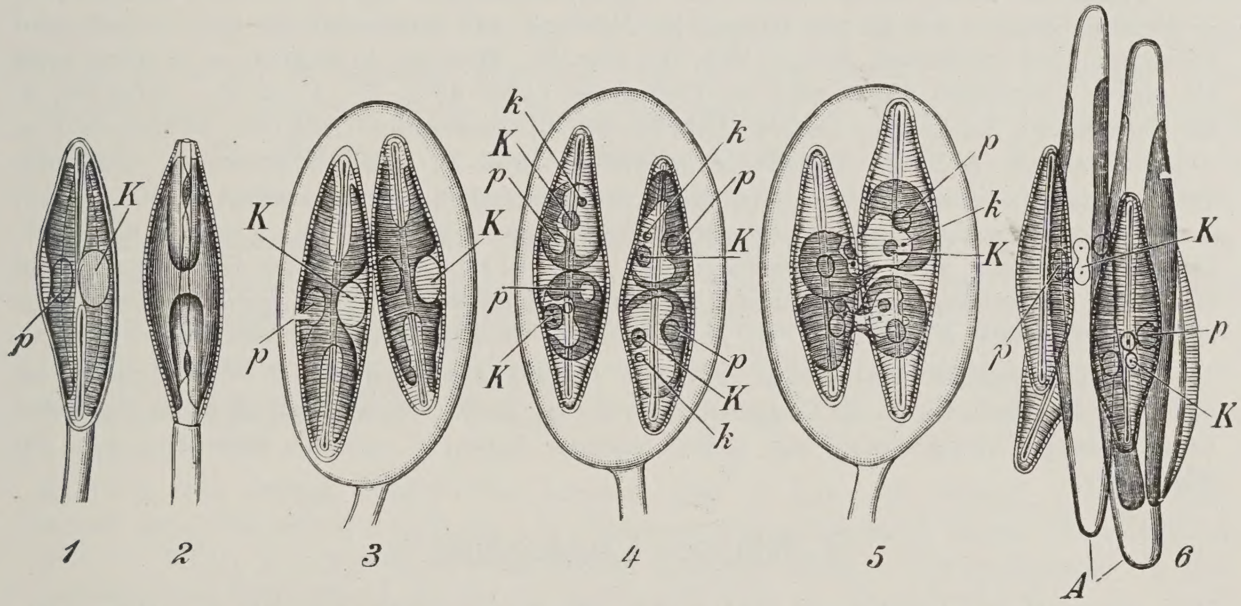


Abb. 57. Auxosporenbildung von *Brebissonia Boeckii* in aufeinanderfolgenden Stadien. — Fig. 1. Schalenansicht, Fig. 2 Gürtelansicht eines Individuums; K = Zellkern, p = Pyrenoid, k = Kleinkern, A = Auxosporen; 490fach vergr. — Nach G. Karsten.

und von verschiedener Gestalt, seltener zahlreich. Die Auxosporenbildung steht in Verbindung mit einem sexuellen Vorgange. Es lassen sich vier Typen der Auxosporenbildung unterscheiden[17]: 1. Es entstehen zwei Auxosporen

[17]) Vgl. Klebahn H., Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 29. — Karsten G., Unters. üb. Diat., I—III. Flora, 1896—1897; Diat. d. Kieler Bucht. Wissensch. Meeres-Unters., IV., 1899; ferner in Flora, 1900; Zeitschr. f. Bot., IV., 1912.

aus zwei Mutterzellen unter wechselseitiger Kopulation der beiden in den Mutterzellen gebildeten Tochterzellen (vgl. Abb. 57) *(Brebissonia, Navicula, Cymbella)*; 2. es verschmelzen zwei Mutterzellen zu einer Auxospore *(Surirella, Cocconeis)*; 3. es entstehen zwei Auxosporen aus einer Mutterzelle *(Rhabdonema arcuatum)*; 4. es entsteht eine Auxospore aus einer Mutter- *(Rhabdonema adriaticum)*. Bei den Typen 1 und 2 sind die sexuellen Vorgänge klar; aber auch bei den anderen Typen deuten Teilungsvorgänge der Kerne darauf hin, daß es sich um apogam gewordene Fälle handelt. Die Reduktionsteilung findet vor der Kopulation statt[18]), demnach sind die vegetativen Stadien diploid und die *Pennatae* überhaupt Diplobionten. Mikrosporen fehlen ganz.

a) ***Fragilarioideae.*** Schalen ohne Raphe, aber mit Mittellinie. — Verbreitete Gattungen: *Rhabdonema* (marin), *Tabellaria* (im Süßwasser z. B. *T. flocculosa* und *T. fenestrata*, marin z. B. *T. unipunctata*), *Grammatophora* (Abb. 50, Fig. 3) (marin z. B. *G. maxima*), *Licmophora* (marine Küstenformen), *Meridion* (Abb. 50, Fig. 5) (*M. circulare* häufig im Süßwasser), *Diatoma* (Abb. 50, Fig. 7) (*D. vulgare* und *D. elongatum* im Süßwasser sehr häufig), *Plagiogramma* (marin), *Fragilaria* (Abb. 50, Fig. 4) (*F. virescens* sehr häufige Süßwasserform, andere Arten marin), *Synedra* (Abb. 50, Fig. 1) (*S. ulna* sehr häufige Süßwasserform, andere Arten marin und im Süßwasser), *Eunotia* (*E. arcus, gracilis, diodon* u. a. im Süßwasser). — *Terebraria* (Abb. 56, Fig. 6) fossil.

b) ***Achnanthoideae.*** Eine Schale mit Raphe, die zweite mit Mittellinie. — *Achnanthes* (marin und im Süßwasser), *Cocconeis* (z. B. *C. pediculus* sehr verbreitete epiphytische Süßwasserart, marin sind *C. scutellum, placentula* u. a.).

c) ***Naviculoideae.*** Beide Schalen mit Raphe, Raphe in der Mitte der Schale verlaufend. — Größte Gattung der ganzen Gruppe ist *Navicula* mit zahlreichen im Süß-, Brack- und Seewasser vorkommenden Arten (Abb. 50, Fig. 2). Mehrere Artengruppen wurden auch als eigene Gattungen abgetrennt, so *Pinnularia* (Abb. 49 u. 52, *P. viridis, nobilis* u. a. im Süßwasser), *Schizonema* (marin, Abb. 50, Fig. 9), *Brebissonia* (Abb. 57), *Stauroneis* u. a. — *Pleurosigma* (Abb. 50, Fig. 6) (*P. angulatum* und *P. balticum* brackisch, berühmte Testobjekte, *P. acuminatum, P. attenuatum* im Süßwasser), *Gomphonema* (Abb. 50, Fig. 10) (zumeist im Süßwasser, z. B. *G. geminatum, constrictum, capitatum* u. a.), *Cymbella* (Abb. 50, Fig. 8) (Süßwasser, z. B. *C. Ehrenbergii, lanceolata* u. a.), *Amphora* (im Süß-, Brack- und Seewasser, im letzteren z. B. *A. ovalis* verbreitet), *Epithemia* (z. B. *E. gibba, sorex* häufige Süßwasserformen), *Nitzschia* (z. B. *N. denticula* u. a. im Süßwasser, viele Arten marin).

d) ***Surirelloideae.*** Raphen in seitlichen Flügelkielen versteckt. — *Cymatopleura* im Süß- und Brackwasser (z. B. *C. solea*), *Surirella* (z. B. *S. biseriata, splendida* im Süß- und Brackwasser), *Campylodiscus* mit vielen marinen Arten, *C. noricus, hibernicus* u. a. im Süßwasser.

3. Klasse. Conjugatae[19]).

Einzellig; einzeln oder in fadenförmigen, seltener klumpenförmigen Cönobien lebend. Die Zellen besitzen eine Zellulosemembran, welche bei vielen Formen deutlich Poren aufweist, durch welche Ausstülpungen hervor-

[18]) Karsten G., Üb. d. Red.-Teil. bei *Surirella.* Zeitschr. f. Bot., IV., 1912.

[19]) Vgl. De Bary A., Untersuchungen über die Familie der Conjugaten, Leipzig 1858. — Wille in Engler u. Prantl, Natürl. Pflanzenfam., I. T., 2. Abt., 1890. — De Toni G. B., Sylloge Algarum, I., 1889. — Oltmanns F., Morphol. u. Biol. d. Alg., I., 1904. — Wisselingh C., Über d. Kernstrukt. etc. bei *Closterium.* Beih. bot. Zentralbl., XXIX., 1913. — Merriman M. L., Nucl. divis. of *Spirogyra.* Bot. Gaz., LXI., 1916. — Speziell für Desmidiaceen

treten, von denen eine das Individuum umhüllende Gallertschicht ausgeschieden wird (Abb. 58, Fig. 14—16); eine solche Gallertschicht ist auch bei jenen Formen zu konstatieren, bei denen Poren nicht nachweisbar sind. Bei den einzeln lebenden Formen (Desmidiaceen) ist die Membran häufig aus zwei Stücken zusammengesetzt (Abb. 58, Fig. 10), deren Begrenzung einen zentralen Gürtel bildet oder es kommt geradezu zur Ausbildung von Gürtelbändern; in anderen Fällen ist eine Zweiteilung der Zelle wenigstens durch eine Einschnürung oder durch eine streng symmetrische Verteilung des Zellinhaltes angedeutet. Der Zellinhalt weist zumeist zentralen Kern und plattenförmige, bandförmige, sternförmige oder zylindrische Chromatophoren auf, welche durch Chlorophyll tingiert, daher grün sind; sie enthalten meist Pyrenoide in wechselnder Zahl. Stärke ist fast stets vorhanden; in den Zygoten auch fettes Öl. Ein konstanter Inhaltskörper sind die Karyoide (Eiweißkörper) (Abb. 58, Fig. 3, *K*). Vielfach finden sich Vakuolen von bestimmter Lage.

Die Fortpflanzung erfolgt durch Teilung und durch Kopulation; Schwärmsporen fehlen. Bei der Kopulation[20]) (vgl. Abb. 58, Fig. 4—6, Abb. 59, Fig. 3 u. 4) sind ruhende Zellen ohne oder mit angedeuteter morphologischer Verschiedenheit beteiligt; sie beginnt mit dem Austreiben von Kopulationsschläuchen, welche bis zur Berührung aufeinander zuwachsen oder mit dem Aneinanderlegen von Zellen; nach erfolgter Auflösung des zwischenliegenden Membranstückes findet Verschmelzung der Protoplasten statt. Die Zygosporen entstehen in einer der beiden kopulierenden Zellen (Abb. 59, Fig. 3) oder zwischen denselben (Abb. 59, Fig. 6). Sie haben den Charakter von Dauersporen, besitzen derbe Membranen, weisen im Innern in großer Menge Reservestoffe (Stärke, vor der Keimung besonders Fette, Schleimkugeln) auf und keimen erst nach längerer Ruhezeit; häufig besitzen sie recht auffallende Membranskulpturen (Warzen, Stacheln u. dgl., vgl. Abb. 58, Fig. 2). Zuweilen werden auch ohne Kopulation Dauersporen von der Form der Zygoten gebildet (Parthenogenese). Die Teilung findet meistens in derselben Richtung statt; sie erfolgt in der durch die Trennungslinien der Zellhälften, durch die Einbuchtungen der Membran oder die Lage des Kernes

---

Ralfs J., The British *Desmidiaceae*, London 1848. — Lundell, *Desmid.*, quae in Suec. invent. sunt, Upsala 1871. — Delponte, Specimen Desmidiacearum subalp., Turin 1876 bis 1878. — Wolle F., *Desmid.* of Unit. States, Betlehem 1884. — Hauptfleisch P., Zellmembran und Hüllgallerte der Desm., Greifswald 1888. — Nordstedt. C. F. O., Index Desmidiacearum, Berlin 1896. — Lütkemüller J., Die Zellmembran der Desmid. Beitr. z. Biolog. d. Pfl., VIII., 1902. — Schroeder B., Unters. üb. d. Gallertbild. d. Alg. Verh. d. nat.-med. Ver. Heidelberg, 1902. — West W. u. G. S., A monogr. of the brit. *Desm.*, 1904—1912.

[20]) Üb. Kopulation u. Keimung vgl. Klebahn H., Üb. d. Zygosp. einig. Conjugaten. Ber. d. deutsch. bot. Ges., VI., 1888; Studien üb. Zygoten. Jahrb. f. wiss. Bot., XXII., 1891. — Karsten G., in Handw. d. Naturw., II., 1912. — Tröndle A., Üb. Red.-Teil. in d. Zygoten v. *Spirogyra*. Zeitschr. f. Bot., III., 1911. — Kurssanow L., Über Befruchtg. etc. bei *Zygnema*. Flora, 1912. — Kauffmann H., Entw. v. *Cylindrocystis*. Zeitschr. f. Bot. VI., 1914.

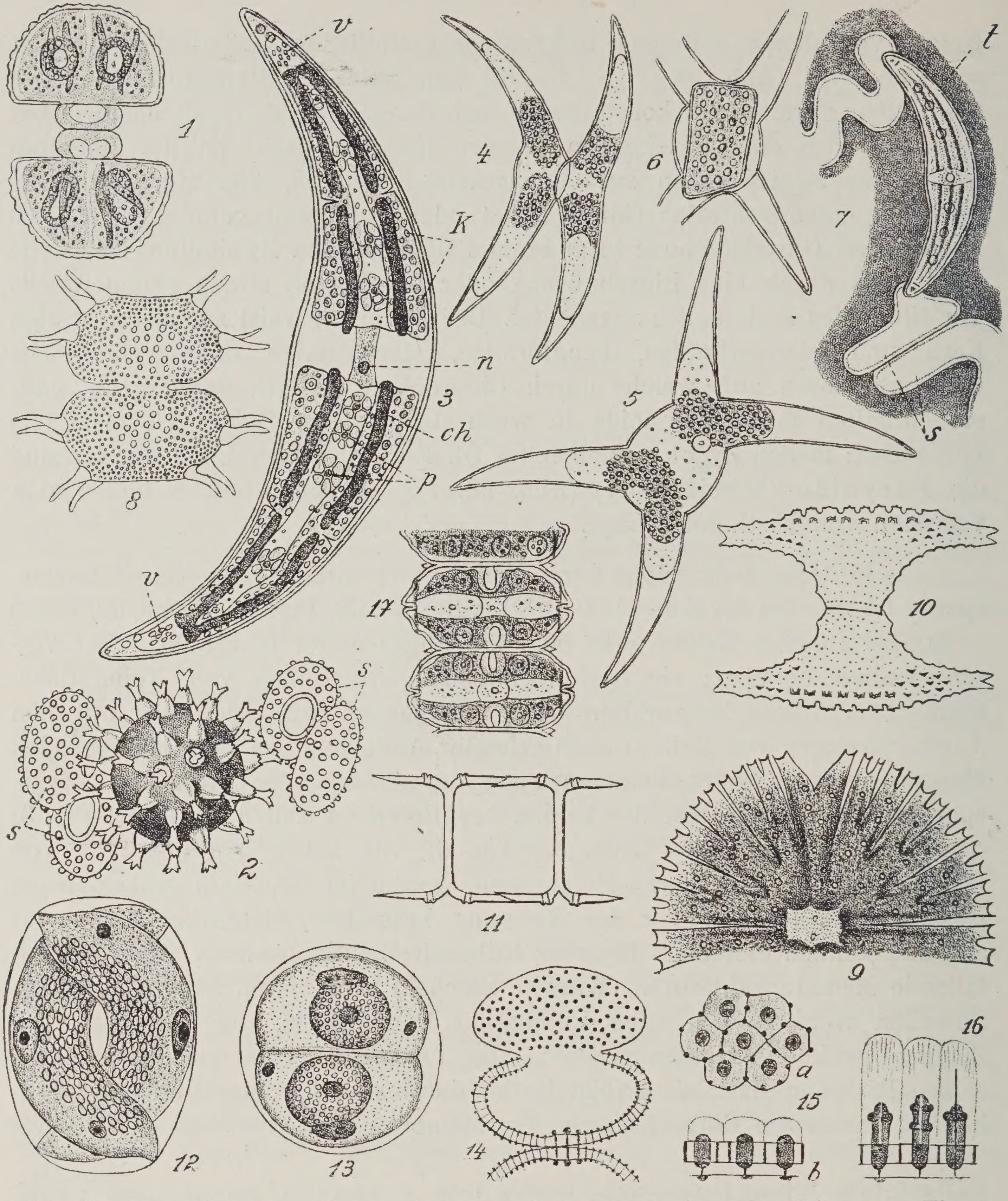


Abb. 58. *Desmidiaceae.* — Fig. 1. *Cosmarium botrytis* in beginnender Teilung. — Fig. 2. Zygospore v. *C. margaritiferum* mit entleerten Schalenhälften *s.* — Fig. 3. *Closterium moniliferum*; *n* Kern, *ch* Chromatophor, *p* Pyrenoide, *v* Vakuolen, *k* Karyoide. — Fig. 4 bis 6. Kopulation v. *Cl. parvulum.* — Fig. 7. *Closterium*, in Tusche (*t*) eingelegt, um die Schleimabsonderung *s* zu zeigen. — Fig. 8. *Xanthidium fasciculatum*, leere Membran. — Fig. 9. Halbe Zelle v. *Micrasterias rotata.* — Fig. 10. Leere Membran v. *Staurastrum bicorne.* — Fig. 11. *Hyalotheca mucosa*, Zelle im opt. Längsschn., die Zusammensetzung der Membran zeigend. — Fig. 12. Keimung der Zygote v. *Closterium*, jeder Keimling mit Groß- und Kleinkern. — Fig. 13. Keimung der Zygote v. *Cosmarium*, ebenso. — Fig. 14. *Sphaerozosma* sp., der Porenapparat ist deutlich sichtbar gemacht. — Fig. 15. Zellhaut v. *Cosmarium turgidum* mit deutlich gemachtem Porenapparat, *a* Flächenbild, *b* Durchschn. — Fig. 16. Zellhautquerschnitt v. *Xanthidium armatum* mit Porenapparat. — Fig. 17. *Desmidium Grevillei.* Alle Figuren stark vergr. — Fig. 1, 4—6 nach De Bary, 2, 8 nach Ralfs, 3 nach Palla, 7 nach Schroeder, 9 nach Naegeli, 10, 11 nach Hauptfleisch, 12, 13 nach Klebahn, 14—16 nach Lütkemüller.

gekennzeichneten Mitte. Bewegungserscheinungen sind insbesondere von nicht in Cönobien lebenden Formen bekannt, doch ist auch bei Cönobionten eine gleitende Bewegung zu beobachten. Geißeln und Plasmaströme an der Außenseite der Zelle sind nicht beobachtet worden; bei der Bewegung scheinen die Schleimausscheidungen eine Rolle zu spielen.

Die Konjugaten bilden eine sehr einheitliche, in sich geschlossene Entwicklungsreihe. Sie sind wohl, wie die *Peridinieae* und *Bacillarieae* Flagellatenabkömmlinge, doch stehen sie infolge des vollständigen Schwindens begeißelter Stadien den heutigen Flagellaten schon recht ferne.

Der Entwicklungszyklus der meisten Formen ist vollständig geklärt. Die Reduktionsteilung findet unmittelbar nach der Zygotenbildung statt, die vegetativen Stadien sind haploid, die Konjugaten mithin Haplobionten.

Die Klasse zerfällt in drei leicht zu unterscheidende, aber durch deutliche Übergänge miteinander verbundene Familien:

1. Familie. **Mesotaeniaceae.** Einzelindividuen oder ballenförmige Cönobien. Zellmembran einfach. Chromatophoren band-, platten- oder sternförmig. Bei der Kopulation vereinigen sich zwei Zellen oder jede bildet zwei Gameten, welche mit denen einer anderen Zelle kopulieren[21]). Aus einer Zygote gehen vier Keimlinge[22]) hervor.

Süßwasserbewohner: *Mesotaenium*, *Cylindrocystis*. — *Ancylonema* mit rotem Zellsaft, z. B. *A. Nordenskiœldii* auf Eis und Schnee.

2. Familie. **Desmidiaceae.** (Abb. 58.) Zumeist einzeln lebend, nur bei wenigen Gattungen fadenförmige oder klumpenförmige Cönobien bildend. Zellmembran zweiteilig oder wenigstens mit deutlicher Einschnürung in der Mitte, fast stets skulpturiert. Chromatophoren plattenförmig oder $\pm$ in Platten geteilt. Bei der Kopulation wird der ganze Inhalt der kopulierenden Zellen zur Bildung der Zygote verwendet. Nur in einzelnen Fällen vorhergehende Zweiteilung. Aus jeder Zygote gehen zwei Keimlinge hervor (Abb. 58, Fig. 12 u. 13).

Desmidiaceen finden sich nur im Süß- und Brackwasser und fehlen dem Meere; sie sind über die ganze Erde verbreitet und finden sich insbesondere in kleineren kalkarmen Wasseransammlungen (in Torfmooren u. dgl.) oft in großer Menge. Verbreitete Gattungen sind: *A.* Zellen einzeln lebend: *Penium* und *Closterium* ohne Einschnürung in der Mitte, letzteres mit $\pm$ halbmondförmigen Zellen (z. B. *C. lunula*, *C. rostratum*, Abb. 58, Fig. 3—7). — Alle im folgenden genannten Gattungen zeigen um die Mitte eingeschnürte Zellen. *Pleurotaenium* und *Docidium* stabförmig, z. B. *P. trabecula* und *D. baculum*. — *Staurastrum*, von einem Pole betrachtet 3—5eckig, z. B. *S. muticum*, *polymorphum*. — *Cosmarium*, *Euastrum*, *Micrasterias* vom Pole betrachtet nicht eckig, $\pm$ abgeflacht. Ersteres mit ungeteilten Hälften (Abb. 58, Fig. 1) (z. B. *C. botrytis*, *C. Meneghinii*), die beiden anderen mit gelappten Halbzellen (Abb. 58, Fig. 9) (häufige Arten: *E. verrucosum*, *binale*, *M. rotata*, *truncata*). — *Xanthidium* (Abb. 58, Fig. 8). — *Oocardium*. Einzelzellen am Ende verkalkter, schleimerfüllter Röhren. — *B.* Zellen zu Reihen vereinigt: *Hyalothece* ohne Ein-

[21]) Über die Frage, ob bei der Bildung von zwei Gameten vor der Kopulation nicht Reduktionsteilung stattfindet, mithin eine Analogie mit den *Bacillarieae-Pennatae* vorhanden ist vgl. die auf S. 111 zitierten Abhandl. v. Karsten u. Kauffmann.

[22]) Über einen Ausnahmsfall vgl. Pascher A. in Ber. d. deutsch. bot. Ges., XXXII., 1914.

schnürung an der Zellmitte, z. B. *H. mucosa* und *H. dissiliens* sehr häufig. — *Desmidium* (z. B. *D. Grevillei* Abb. 58, Fig. 17), *Sphaerozosma* u. a. mit Einschnürung an der Zellmitte.

3. Familie. **Zygnemataceae.** (Abb. 59.) Zellen zu unverzweigten Fäden verbunden; Fäden ohne auffallenden Unterschied zwischen Basis und Spitze, zumeist schwimmend und nicht festsitzend. Zellmembran glatt, ohne Einschnürung und Teilung in der Mitte. Der ganze Inhalt der kopulierenden Zellen geht in die Zygospore über oder ein Teil verbleibt als vegetative Zelle;

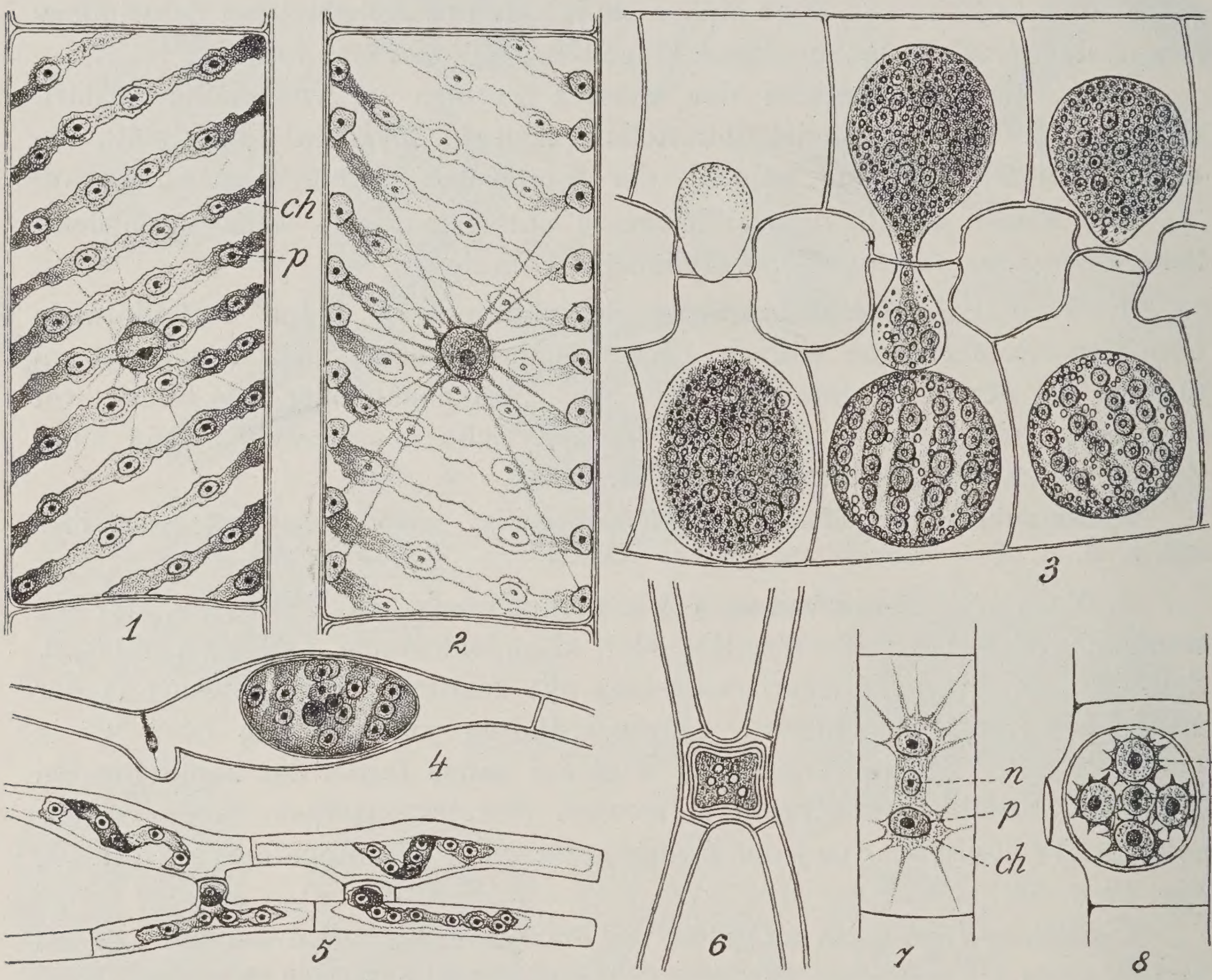


Abb. 59. *Zygnemataceae.* — Fig. 1. *Spirogyra crassa*, Zelle bei Einstellung auf den Chromatophor *ch*, *p* Pyrenoide. — Fig. 2. Dieselbe Zelle bei tieferer Einstellung, der Kern tritt deutlich hervor. — Fig. 3. Kopulation von *Sp. Heeriana.* — Fig. 4. Zygotenbildung von *Sp. tenuissima*; Kopulation seitlich. — Fig. 5. *Sp. tenuissima* mit „leiterförmiger" Kopulation. — Fig. 6. Zygote v. *Mougeotia calcarea.* — Fig. 7 u. 8. *Zygnema*; 7 vegetative Zelle, 8 Zelle mit Zygote; *n* Kern, *p* Pyrenoid, *ch* Chromatophor. — Vergr. — Fig. 3 nach De Bary, 1, 2, 4—8 Original.

stets aber bildet jede Zelle nur einen Gameten. Aus der Zygote geht nur ein Keimling hervor.

Im süßen und schwach brackischen Wasser sehr verbreitet. — *Spirogyra* (Abb. 59, Fig. 1—5), ein oder mehrere Chromatophoren in jeder Zelle, schraubig verlaufende grüne Bänder darstellend. Verbreitete Arten: *S. quinina, arcta, porticalis* mit einem Schraubenbande, *S. nitida, crassa, rivularis* u. a. mit 2—10 Bändern. — *Zygnema* (Abb. 59, Fig. 7 u. 8), in jeder Zelle zwei sternförmige Chromatophoren: *Z. stellinum, pectinatum, ericetorum* u. a. — *Mougeotia* (Abb. 59, Fig. 6) mit mehreren häufigen Arten, so *M. parvula, tenuis, viridis, gracillima*.

IV. Stamm. Phaeophyta, Braunalgen[1]).

Vielzellige, wasserbewohnende Pflanzen, deren vegetative Zellen immer einen Zellkern, eine deutliche Membran und — soferne sie der Assimilation dienen — einen dem Chlorophyll nahestehenden, an Chromatophoren gebundenen, als brauner oder gelber Farbstoff erscheinenden Körper (Phaeophyll)[2]) enthalten.

Der Thallus weist große Mannigfaltigkeit auf; bei den einfachsten Formen fadenförmig, verzweigt oder scheibenförmig, ohne Differenzierung in scharf umschriebene vegetative Organe, zeigt er anderseits bei zahlreichen Formen eine deutliche und überaus regelmäßige Gliederung. Er weist dann oft der Befestigung dienende, wurzelähnliche Organe (Rhizoide), stengelähnliche Träger (Cauloide) und flächig verbreiterte, oft sehr regelmäßig gestaltete Teile (Phylloide) auf; auch eigene Schwimmorgane kommen vor. Der Aufbau des Thallus geht entweder von einer Scheitelzelle oder einer Scheitelzellenreihe aus oder es findet interkalares Wachstum statt. Der anatomische Bau zeigt — entsprechend dem Wasserleben — oft eine

---

[1]) Vgl. Hauck F., Die Meeresalgen, 1885. — Reinke J., Algenflora der westlichen Ostsee, 1889; Atlas deutscher Meeresalgen, 1889—1892. — Kjellman F. R., Handbok i Skandinaviens Hafsalgflora. I, 1890; in Engler u. Prantl, Natürl. Pflanzenfam., I. T., 2. Abt., 1891—1893 und die dort zitierte Literatur; Svedelius N. in Nachträge hiezu 1909. — De Toni, Sylloge Algarum, III, 1895. — Sauvageau C., Observ. rel. à la sex. d. Phéospor. Journ. de bot., 10., 1896; Les Cutleriac. et leur altern. de gen. Ann. sc. nat., Bot., 8. Ser., 10., 1899. — Strasburger E., Kernteil. u. Befrucht. bei *Fucus*. Jahrb. f. wiss. Bot., XXX., 1897. — Farmer J. B. and Williams J., Contrib. to our knowl. of the *Fucaceae*. Philos. Transact., 190., 1898. — Reinke J., Stud. z. vgl. Entwicklgesch. d. Lam., 1903. — Oltmanns F., Morphol. u. Biol. d. Alg., I., 1904 und die dort zit. Literatur. — Simons E., A morphol. study of *Sargassum filip*. Botan. Gaz., XLI., 1906. — Lotsy J. P., Vortr. üb. bot. Stammesgesch., I., 1907. — Skottsberg C., Zur Kenntn. d. subantarkt. etc. Meeresalgen, I. Wiss. Ergeb. d. schwed. Südpolar-Exp., IV. Bd., 1907. — Yendo K., The *Fucaceae* of Japan. Coll. Sc. Imp. Univ. Tokyo, XXI., 1907. — Kniep H., Beitr. z. Keimungs-Physiol. etc. v. *Fucus*. Jahrb. f. wiss. Bot., XLIV., 1907 — Tahara M., Oogon. liberat. and embryog. of some fouc. Alg. Journ. coll. sc. Univ. Tokyo, XXXII., 1913. — Pechoutre F., La sexual. heterog. der Lamin. et la reprod. chez l. Alg. phéosp. Rev. gen. d. sc., 1916. — Kylin H., Stud. üb. d. Entw.-gesch. v. Phaeophyc. Sv. bot. Tidskr., Bd. 12, 1918. — Roe M. L., The developm. of the concept. in *Fucus*. Bot. Gaz., LXI., 1916.

[2]) Vgl. Molisch H., Über den braun. Farbstoff d. Phaeoph. Bot. Zeitg., LXIII., 1905. — Willstätter R. u. Page H. J., Üb. d. Pigmente d. Braunalgen. Ann. d. Ch., 404. Bd., 1914.

nur geringe Differenzierung; bei den höher stehenden Formen *(Laminariaceae, Fucaceae)* kommt es aber zu einer ziemlich weitgehenden Gewebedifferenzierung (Abb. 60). Im allgemeinen findet sich hier ein Rinden- und ein Zentralgewebe. Die peripheren Teile des Rindengewebes fungieren als Assimilationsgewebe. Der innerste Teil des Zentralgewebes fällt durch seine lockere Beschaffenheit auf und wird als Mark bezeichnet. Im Zentralgewebe ist auch vielfach eine Differenzierung in Markzellen (vorherrschend leitende Elemente) und „Hyphen" (vorherrschend mechanische Elemente) zu konstatieren.

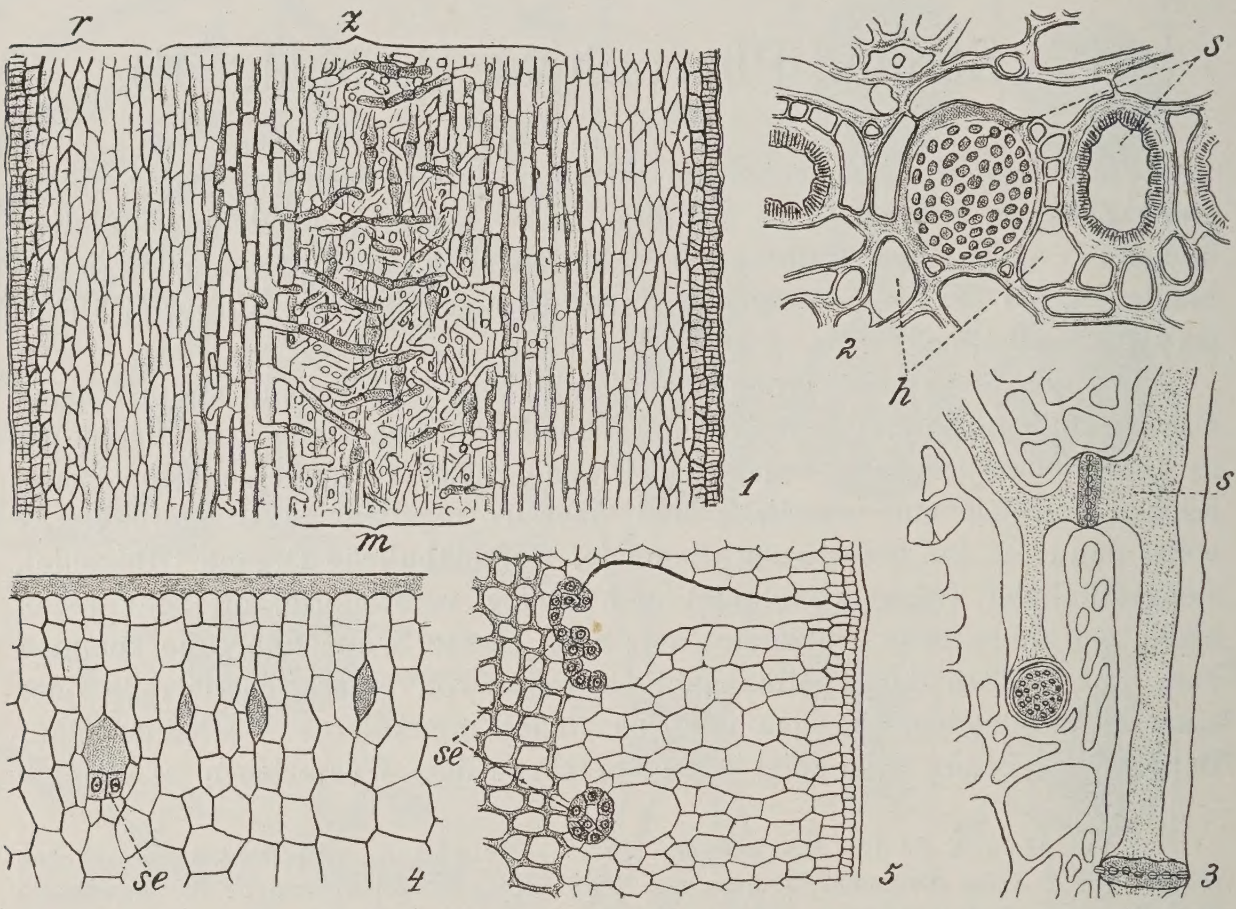


Abb. 60. Anatomischer Bau einiger hochorganisierter Phaeophyten. — Fig. 1. Längsschnitt durch das Cauloid einer *Laminaria*, die Gliederung in Rindengewebe (*r*) und Zentralgewebe (*z*), sowie das Mark (*m*) in diesem zeigend. — Fig. 2. Querschnitt durch ein Cauloid v. *Macrocystis*; *s* Siebzellen, *h* „Hyphen". — Fig. 3. Längsschnitt davon. — Fig. 4. Anlage der Schleimgänge v. *Laminaria Cloustoni*. — Fig. 5. Ältere Schleimgänge davon; *se* Sekretzellen. — Vergr. — Fig. 1 nach Oltmanns, 2 nach Wille, 3 nach Oliver, Fig. 4 u. 5 nach Guignard.

Erstere sind häufig als „Siebzellen" ausgebildet. Von sonstigen histologischen Differenzierungen sind die Schleimgänge zu erwähnen[3]) (vgl. Abb. 60, Fig. 4

[3]) Über den anat. Bau der höheren Phaeophyten vgl. insbes.: Reinke J., Beitr. z. Kennt. d. Tange. Jahrb. f. wiss. Bot., 1876. — Wille J. N. F., Siebhyphen b. Algen. Ber. d. d. bot. Ges., 1885; Bidr. till Algern. Physiol. Anat. Kongl. Sv. Vetensk. Akad. Handl., XXI., 1885. — Will H., Zur Anatomie von *Macrocystis*. Bot. Zeitung, 1884. — Rosenthal O., Zur Kenntn. v. *Macrocystis* etc. Flora, 1890. — Oliver F. W., On the oblit. of the Sieve-tub. in *Lam.* Ann. of Bot., I., 1887. — Sykes M. G., Anat. and Hist. of *Macrocystis*. Ann. of Bot., XXII., 1908. — Sauvageau C., Rech. s. l. Lam. d. c. de la France. Mem. acad. Paris, T. 56, 1918.

u. 5). Inkrustation des Thallus mit Kalk ist selten; häufig zeigen die Membranen die Tendenz zur Gallertbildung. Als Assimilationsprodukt tritt Öl, niemals Stärke auf.

Die Fortpflanzungsverhältnisse sind noch bei vielen Formen nicht vollständig bekannt. Es gibt geschlechtliche Fortpflanzung in verschiedener Art der Ausbildung. Bei den in dieser Hinsicht höchst organisierten Formen finden sich Oogonien und Antheridien, welch letztere bewegliche Spermatozoiden entwickeln, welche die aus den Oogonien freigewordenen, membranlosen oder von einer schleimigen Hülle umgebenen unbeweglichen Eizellen befruchten (*Fucaceae, Laminariaceae* u. a.); es gibt Formen, bei welchen sowohl die weiblichen, als auch die männlichen Zellen bewegliche Geschlechtsorgane (Gameten) von deutlicher morphologischer Verschiedenheit (große ♀ Gameten, kleine ♂ Gameten) ausbilden; endlich gibt es Formen mit kopulierenden Gameten ohne morphologische Verschiedenheiten. Neben diesen geschlechtlichen Fortpflanzungsorganen gibt es bei vielen Formen ungeschlechtliche Zoosporen oder unbewegliche Sporen. Auch Gameten können sich bei ausbleibender Kopulation wie Zoosporen verhalten und keimen. Zoosporen, Gameten und Spermatozoiden besitzen je zwei seitlich stehende Wimpern. Außer der Vermehrung durch Zoosporen findet sich bei vielen Formen noch ungeschlechtliche Fortpflanzung durch Fragmentation des Thallus, sowie durch regelmäßig auftretende Ableger.

Für viele Phaeophyten ist ein deutlicher antithetischer Generationswechsel[4]) nachgewiesen worden mit entwicklungsgeschichtlich sehr beachtenswerten Beziehungen der beiden Generationen zueinander. Einige Beispiele sollen die Verhältnisse klarlegen (vgl. Abb. 61):

Bei *Cutleria*[5]) finden sich zweierlei verschiedene Formen, eine in einer Ebene reich verzweigte, Sexualorgane tragende Form (*Cutleria*-Form) und eine krustenförmige, Sporangien tragende (*Aglaozonia*-Form). Erstere ist haploid (bei *C. multifida* 24 Chromosomen), letztere diploid (frühere *A. reptans* mit 48 Chromosomen). Die Reduktionsteilung tritt bei der Bildung der Zoosporen ein[6]). Der Gametophyt (*Cutleria*) erscheint höher organisiert als der Sporophyt.

Bei *Dictyota dichotoma*[7]) treten drei Kategorien von Individuen auf, die morphologisch im allgemeinen gleich sind: männliche mit Antheridien, weibliche mit Oogonien, ungeschlechtliche mit Tetrasporangien. Die ♂ und ♀ Individuen sind haploid (16 Chromosomen), die ungeschlechtlichen diploid (32 Chromosomen); erstere stellen den Gametophyten, letztere den

[4]) Vgl. Bonnet J., Reprod. sex. et alt. d. gen. chez les Algues. Progr. rei bot., V. Bd., 1917.

[5]) Yamanouchi S., The life hist. of *C.* Bot. Gaz., 54. Vol. 1912. u. die dort zit. Lit.

[6]) Über Abweichungen von diesem Verhalten vgl. Bonnet a. a. O.

[7]) Mottier D. M., Nucl. and cell.-div. in *Dictyota.* Ann. of Bot., 14. Vol., 1900. — Williams J. L., Stud. i. the *Dictyot.* I et II. Ann. of Bot., 18. Vol., 1904. — Hoyt W., Altern. of gen. and sex in *D.* Bot. Gaz., 50. Vol., 1910.

Sporophyten dar; Gametophyt und Sporophyt stehen auf gleicher Organisationshöhe. Die Reduktionsteilung erfolgt bei der Bildung der Tetrasporen. Ähnlich verhalten sich *Zanardinia*[8]), *Padina*[9]) u. a.

Bei *Laminaria*[10]) (ebenso bei *Saccorhiza*, *Alaria*, *Chorda* u. a.) finden sich winzige, wenigzellige Geschlechtspflanzen (Abb. 66), und die bekannten großen und derben ungeschlechtlichen Pflanzen. Der Gametophyt erscheint also hier reduziert.

Bei *Fucus*[11]) endlich erscheint der Generationswechsel fast aufgehoben, die ganze Pflanze ist mit Ausnahme der Geschlechtszellen diploid, ist also dem Sporophyten homolog. Die Pflanze ist vom Typus von *Laminaria* ab-

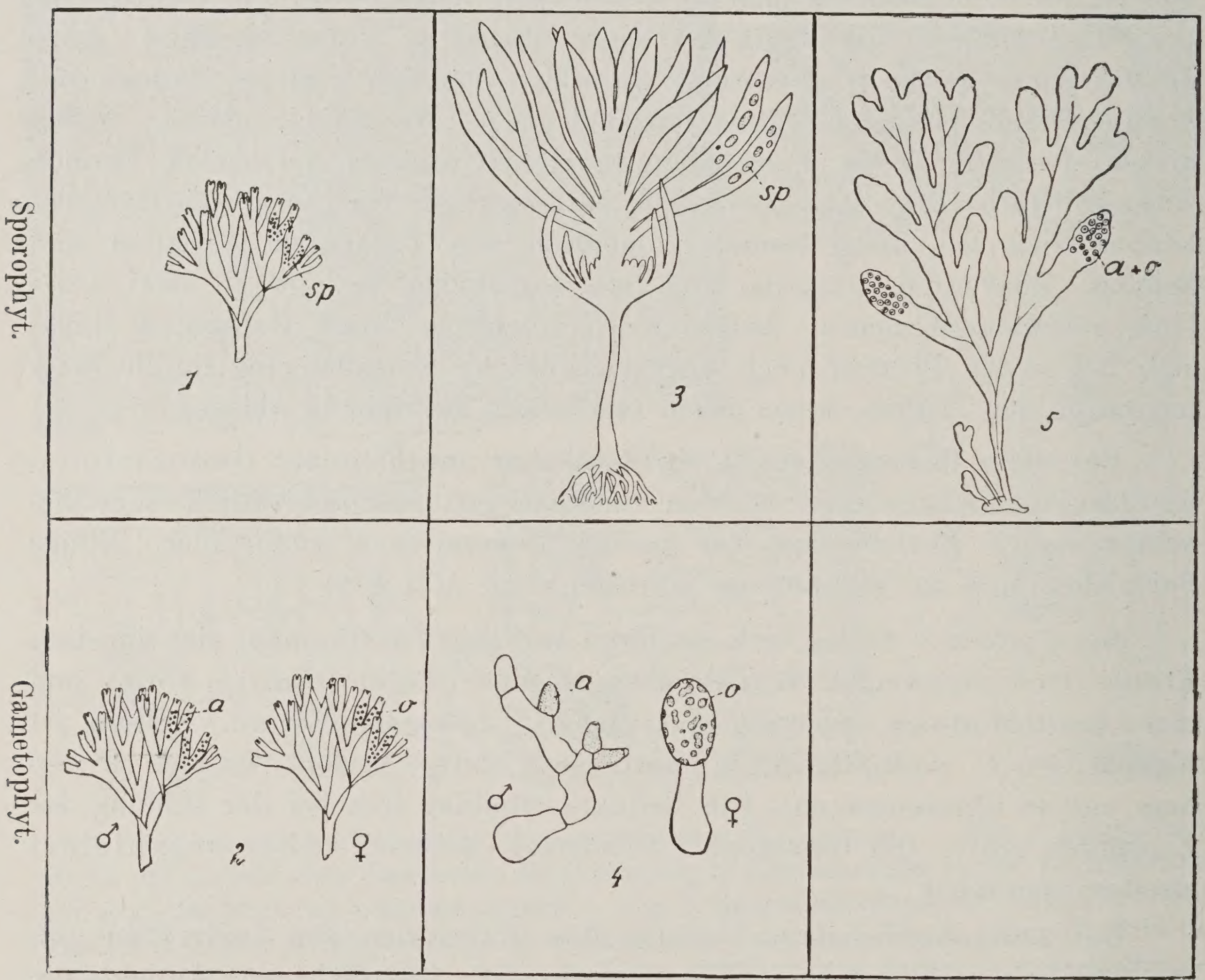


Abb. 61. Schematische Darstellung des Generationswechsels einiger Phaeophyten. — Fig. 1 u. 2. *Dictyota*. — Fig. 3 u. 4. *Laminaria*. — Fig. 5. *Fucus*. — *a* Antheridien, *o* Oogonien, resp. Eizellen, *sp* Sporangien. — Original.

---

8) Yamanouchi S., The life hist. of Z. Bot. Gaz., 56. vol., 1913.

9) Wolfe J. J., Altern. and parth. in *Padina*. Journ. Elisha Mitch. sc. soc., XXXIV., 1918.

10) Sauvageau C. in C. R. de l'Acad. Paris, 1915; Rech. s. l. *Lamin.* d. cotes de France. Mem. Acad. Paris, vol. 56, 1918. — Kylin H., Üb. d. Gen.-W. bei *Lam.* Sv. bot. Tidskr., 10. Bd., 1916; Stud. üb. die Entw. d. Phaeoph., a. a. O., 12. Bd., 1918. — Williams J. L. in Ann. of Bot., vol., XXXV., 1921.

11) Yamanouchi S., Mitosis u. *Fucus*. Bot. Gaz., 47. vol., 1909. — Kylin H., Stud. üb. d. Entw. d. Phaeoph. Sv. bot. Tidskr., 12. Bd., 1918 u. die dort zitierte Literatur.

leitbar, wenn weitestgehende Reduktion und physiologische Unselbständigkeit des dem Gametophyten homologen Teiles angenommen wird.

Der außerordentlich mannigfaltige, lange noch nicht vollständig bekannte Stamm der *Phaeophyta* umfaßt nahezu ausschließlich Meeresbewohner; nur einzelne Formen finden sich im brackischen oder süßen Wasser. Manche Phaeophyten leben epiphytisch oder endophytisch auf oder in anderen Algen.

Verwandtschaftliche Beziehungen zu anderen Pflanzen sind nicht nachweisbar; der Stamm der Phaeophyten steht im Pflanzenreiche isoliert da. Er hat, ohne die Fähigkeit des Lebens außerhalb des Wassers zu erlangen, eine reiche morphologische Gliederung erreicht. Als gewiß läßt sich annehmen, daß die Phaeophyten nicht etwa als relativ niedrig organisierte Vertreter einer höheren Entwicklungsreihe aufzufassen sind; dagegen gibt es heute noch Formen, welche die Ableitung der Phaeophyten von Flagellaten möglich machen; auch der Flagellaten-Bau der Gameten und Zoosporen spricht für diese Ableitung.

Die meisten Phaeophyten sind autotroph, doch gibt es auch Parasiten (besonders einzelne *Sphacelaria*-Arten).

Fossile Phaeophyten wurden in ziemlich großer Zahl beschrieben, doch ist die Algennatur der meisten ganz fraglich; wahrscheinlich gehören hierher einzelne fossile *Sargassum*-, *Cystoseirites*-, *Himanthalia*-, *Laminarites*-Arten.

Das System der Phaeophyten ist derzeit noch als ein provisorisches zu betrachten, da von vielen Formen die Fortpflanzungsorgane ganz unzulänglich bekannt sind; die folgende Aufzählung folgt in der Umgrenzung der Ordnungen Kylin, in der Umgrenzung der Familien im allgemeinen Kjellman und Svedelius.

1. Ordnung. *Phaeosporales.*

Fortpflanzungsorgane an der Oberfläche des Thallus entstehend, und zwar entweder durch seitliche Auszweigungen desselben oder durch Umwandlung peripherer Zellen in Fortpflanzungsorgane. Sämtliche Fortpflanzungszellen durch Wimpern beweglich. Geschlechtliche Fortpflanzung durch Gameten, ungeschlechtliche durch Zoosporen. Generationswechsel bei einigen Familien sicher vorhanden, bei anderen fraglich.

1. Familie. **Ectocarpaceae.** Thallus fadenförmig, einfach oder verzweigt mit interkalarem Wachstum, am Grunde oft mit Haftorganen. Fortpflanzung durch Zoosporen, welche in einzelligen oder vielzelligen Sporangien entstehen, und durch morphologisch gleichartige oder dimorphe, in vielzelligen Gametangien entstehende Gameten (Abb. 62, Fig. 1 u. 2). Auch Aplanosporen.

In allen Meeren, besonders im nördlichen Atlantischen Ozean; auch im Brackwasser. — Verbreitet *Ectocarpus confervoides*, *Pylaiella*-Arten. — Endo- oder epiphytisch auf anderen Algen leben *Phycocelis*, *Streblonema* u. a. — Im Süßwasser epiphytisch *Pleurocladia lacustris*.

2. Familie. **Choristocarpaceae.** Der vorigen Familie ähnlich. Scheitelzellenwachstum. Unvollständig bekannt.

Choristocarpus, marin.

3. Familie. **Sphacelariaceae.** Scheitelzellenwachstum. Scheitelzelle auffallend groß und oft dunkel gefärbt. Thallus nicht aus einer einzigen Zellschicht bestehend, sondern in den älteren Teilen mehrschichtig, mannigfach verzweigt, mit verschiedenen Zweigkategorien, von einer Basalscheibe aus-

gehend. Fortpflanzung wie bei den beiden vorhergehenden Familien, sehr mannigfaltig.

In allen Meeren: *Sphacelaria* (z. B. *S. cirrhosa* und *S. tribuloides* weit verbreitet), *Cladostephus*, *Stypocaulon* (Abb. 62, Fig. 3 u. 4), *Halopteris* (Abb. 62, Fig. 6). — *Sphacelaria*-Arten leben häufig epiphytisch, selbst parasitisch (*S. caespitula* u. a.).

4. Familie. **Encoeliaceae.** Thallus unverzweigt oder unregelmäßig verzweigt, faden-, blasen- bis keulenförmig, am Grunde festsitzend, mit inter-

Abb. 62. *Ectocarpaceae, Sphacelariaceae, Encoeliaceae.* — Fig. 1 u. 2. *Ectocarpus siliculosus.* Fig. 1 mit noch geschlossenem, Fig. 2 mit sich entleerendem Gametangium; 330fach vergr. — Fig. 3 u. 4. *Stypocaulon scoparium*, Fig. 3 in nat. Gr., Fig. 4. Schema des Thallusaufbaues. — Fig. 5. *Petalonia fascia*; nat. Gr. — Fig. 6. *Halopteris filicina*, Zoösporangium; 280fach vergr. — Fig. 7. *Asperococcus bullosus*, Sporangien; 165fach vergr. — Fig. 8. Zoosporen. — Fig. 1 u. 2 nach Thuret, Fig. 3 u. 4 nach Hauck, Fig. 6 nach Pringsheim, Fig. 7 nach Bornet, Fig. 5 Original.

kalarem Wachstum. Fortpflanzungsorgane ähnlich wie bei den vorigen Familien, aus einzelnen Oberflächenzellen hervorgehend (Abb. 62, Fig. 7).

Verbreitet in allen Meeren, z. B. *Punctaria plantaginea*, *Scytosiphon lomentarius*, *Petalonia* (= *Phyllitis*) *fascia* (Abb. 62, Fig. 5).

5. Familie. **Striariaceae.** Der vorigen Familie ähnlich; Thallus regelmäßig verzweigt.

Striaria attenuata im Atlantischen Ozean und Mittelmeer.

6. Familie. ***Desmarestiaceae.*** Den beiden vorigen Familien ähnlich, aber mit einem unter der Spitze liegenden Vegetationspunkte wachsend und eine Gewebebildung dadurch erfahrend, daß aus der Basalzelle der Verzweigungen entstehende und sich verzweigende Zellfäden um die primären Zellreihen dicht zusammenschließen. Nur einzellige Sporangien bekannt; vielleicht Generationswechsel.

Desmarestia ligulata u. *D. aculeata.*

7. Familie. ***Dictyosiphonaceae.*** Den Encoeliaceen ähnlich. Spitzenwachstum. Thallus meist innen hohl werdend. Zoosporangien und isogame Gametangien auf winzigen Pflanzen (Generationswechsel).

Dictyosiphon, *Delamarea.*

8. Familie. ***Myriotrichiaceae.*** Thallus anfangs aus einer Zellreihe bestehend, bald vielreihig werdend und dicht von Haaren und Ästen umhüllt. Vegetationspunkt am Grunde. Gametangien und Zoosporangien.

Myriotrichia im Atlantischen Ozean.

9. Familie. ***Elachistaceae.*** Kleine Algen, welche pinsel- oder polsterförmige Gebilde auf anderen Algen darstellen. Die aufrecht wachsenden, basales Wachstum besitzenden Verzweigungen der primären Fäden treiben zahlreiche Äste, welche zum Teile Assimilationsäste, zum Teile Fortpflanzungsorgane werden. Zoosporangien und Gametangien.

Elachista fucicola verbreitet. — *Giraudia.*

10. Familie. ***Chordariaceae.*** Der Thallus besteht aus zahlreichen in eine Gallerte eingehüllten, am oberen Ende wachsenden Fäden, welche einem strangförmigen oder scheibenförmigen Körper entspringen und Sporangien und Gametangien tragen.

Vorwiegend kleine Algen. — Verbreitet: *Chordaria flagelliformis*, *Mesogloia vermiculata.*

11. Familie. ***Stilophoraceae.*** Thallus fadenförmig, verzweigt, im Querschnitte vielzellig; Vegetationspunkt unter der Spitze. Fortpflanzungsorgane an eigenen, aus der Thallusoberfläche hervorwachsenden, fadenförmigen Trägern.

Stilophora rhizoides im Atlantischen Ozean und Mittelmeer.

12. Familie. ***Spermatochnaceae.*** Wie vorige Familie und von dieser kaum verschieden; Scheitelzellenwachstum.

Spermatochnus.

13. Familie. ***Sporochnaceae.*** Thallus fadenförmig, stielrund oder bandförmig, meist verzweigt, an den Enden der Äste in Büschel haarförmiger Äste ausgehend. Nur einzellige Sporangien bekannt; vielleicht Generationswechsel.

Vorherrschend in den australischen Meeren, doch einzelne Arten weit nach Norden reichend; *Sporochnus.*

14. Familie. ***Ralfsiaceae.*** Thallus krustenförmig, durch Teilung der Randzellen wachsend. Den Chordariaceen nahestehend.

Ralfsia, z. B. *R. verrucosa.*

15. Familie. ***Lithodermataceae.*** Unscheinbarer, krustenförmiger Thallus. Gametangien an eigenen an der Oberfläche des Thallus entspringenden Fäden; Sporangien direkt aus Oberflächenzellen entstehend. Höchstwahrscheinlich Generationswechsel mit morphologisch gleichen Generationen.

Stellung der Familie sehr unsicher. — Im Süßwasser und im Meere; *Lithoderma fontanum* und *fluviatile* im Süßwasser in Europa, *L. fatiscens* marin, im nördlichen Eismeere sehr verbreitet.

16. Familie. ***Cutleriaceae.*** Thallus scheiben-, band- oder fächerförmig. Zoosporangien und Gametangien; letztere mit größeren, einzeln in Zellen gebildeten ♀ Gameten und kleineren, zu zweien in einer Zelle entstehenden ♂ Gameten. Generationswechsel mit morphologisch gleichen *(Zanardinia)* oder ungleichen *(Cutleria)* Generationen, vgl. S. 117.

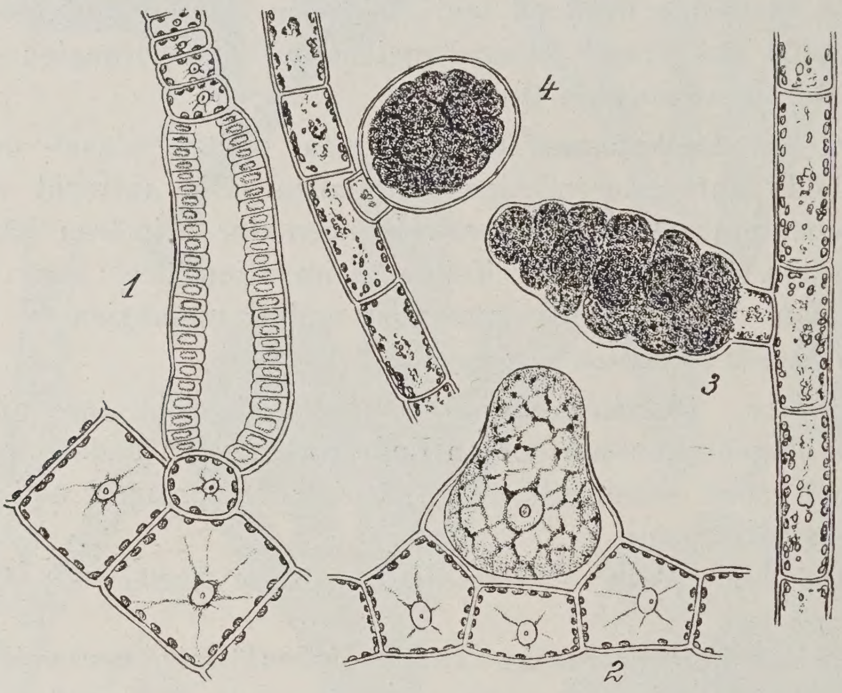


Abb. 63. *Tilopteridaceae.* Fig. 1 „plurilokulares Sporangium“ (Antheridium), Fig. 2 „Monosporangium“ (Oogonium) von *Haplospora globosa.* — Fig. 3 plurilokulares, Fig. 4 unilokulares Sporangium von *Akinetospora pusilla.* — Vergr. — Nach Bornet und Reinke.

Zanardinia und *Cutleria*, marin. Bei *Cutleria* sind die beiden Generationen sehr verschieden, die Zoosporangien tragende Form führte früher als Gattung den Namen *Aglaozonia*; bei *Zanardinia* beide Generationen scheibenförmig.

2. Ordnung. ***Tilopteridales.***

Anordnung der Geschlechtsorgane wie bei Ordnung 1. Geschlechtliche Fortpflanzung durch unbewegliche Eizellen und Spermatozoiden, ungeschlechtliche durch vierkernige (seltener mehrkernige) Monosporen. Generationswechsel wahrscheinlich vorhanden; Gametophyten und Sporophyten einander morphologisch gleich.

Die hieher gestellten Pflanzen sind in vieler Hinsicht unvollständig bekannt; von der Klarstellung der Verhältnisse hängt es ab, ob die Ordnung für die Dauer aufrecht zu erhalten ist.

Einzige Familie: **Tilopteridaceae.** (Abb. 63.) Thallus fadenförmig, verzweigt, festsitzend. Von Fortpflanzungsorganen sind bekannt: unilokulare und plurilokulare „Sporangien" (Abb. 63, Fig. 1, 3, 4) mit Zoosporen, „Monosporangien" (Abb. 63, Fig. 2) mit großen, später frei werdenden, membranlosen, unbeweglichen Zellen (Eier oder vegetative Fortpflanzungsorgane?). Für die Auffassung eines Teiles dieser Fortpflanzungsorgane als Oögonien spricht das Vorkommen antheridienähnlicher „Sporangien".

Insbesondere im nördlichen Atlantischen Ozean und im Eismeere, auch in der Ostsee und im Mittelmeere: *Haplospora*, *Scaphospora*. Nach Reinke Generationen derselben Pflanze (*H.* Gametophyt, *S.* Sporophyt). — *Akinetospora* (Zugehörigkeit?).

3. Ordnung. *Dictyotales.*

Fortpflanzungsorgane oberflächlich. Geschlechtliche Fortpflanzung durch unbewegliche Eizellen und bewegliche Spermatozoiden. Ungeschlecht-

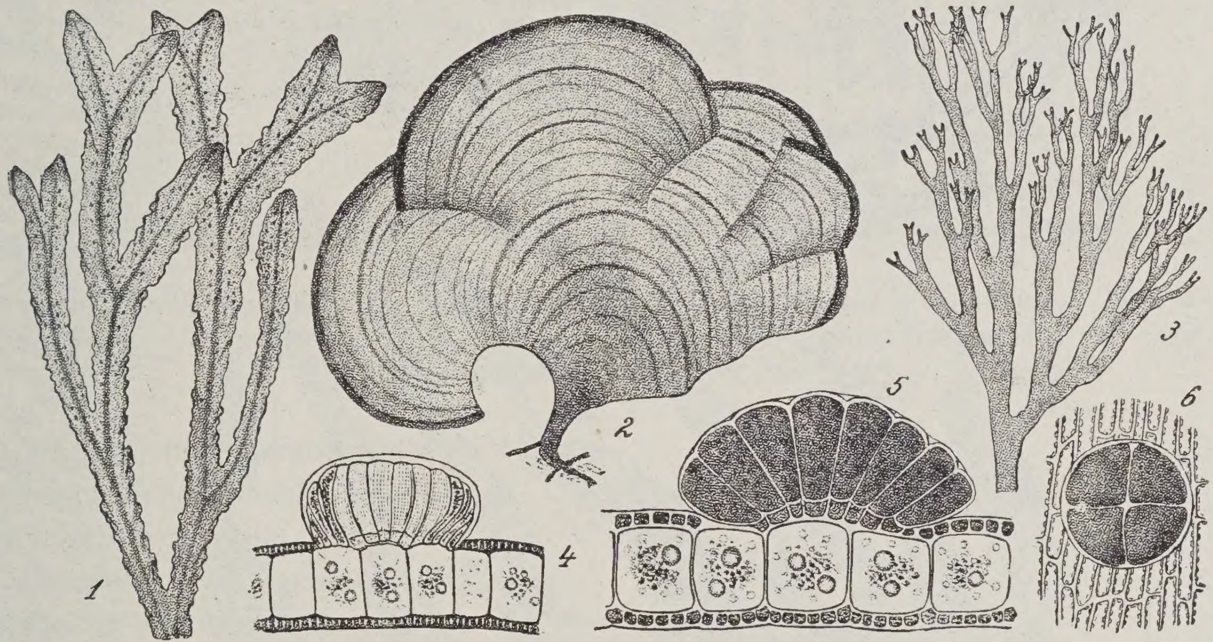


Abb. 64. *Dictyotaceae.* — Fig. 1. *Dictyopteris polypodioides*; nat. Gr. — Fig. 2. *Padina Pavonia*; nat. Gr. — Fig. 3—6. *Dictyota dichotoma.* Fig. 3 Thallusstück in nat. Gr.; Fig. 4 Antheridien; Fig. 5 Oogonien; Fig. 6 Sporangium; Fig. 4—6 stark vergr. — Fig. 1—3 Original, Fig. 4—6 nach Bornet und Thuret.

liche Fortpflanzung durch unbewegliche Sporen (Tetrasporen). Generationswechsel vorhanden; Gametophyten und Sporophyten einander morphologisch gleich. (Abb. 61.)

Einzige Familie: **Dictyotaceae.** Thallus mit Haftscheibe, verzweigt, band- oder fächerförmig. Verzweigung oft dichotom.

Meeresbewohner. — *Padina Pavonia* mit fächerförmigem, mit Kalk inkrustiertem Thallus, verbreitet (Abb. 64, Fig. 2). — *Dictyopteris polypodioides* (Fig. 1) und *Dictyota dichotoma* (Fig. 3) mit dichotom geteiltem, bandförmigem Thallus, sehr verbreitet. — Parthenogenese kommt vor.

4. Ordnung. *Laminariales.*

Anordnung der Fortpflanzungsorgane wie bei Ordnung 1. Geschlechtliche Fortpflanzung durch unbewegliche Eizellen und Spermatozoiden, un-

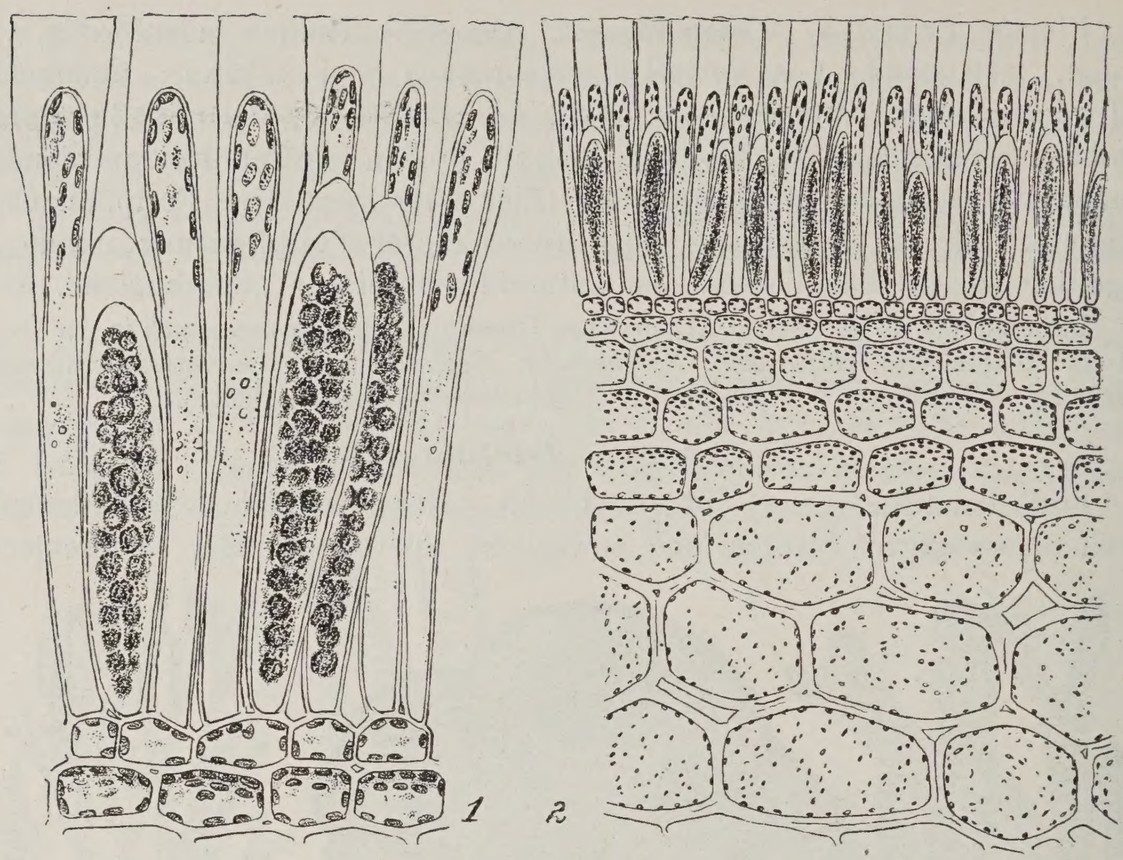


Abb. 65. Zoosporangien von *Laminaria saccharina.* — Fig. 2. Stück eines Längsschnittes durch den sporangientragenden Teil eines Phylloids. — Fig. 1. Sporangien. — Vergr. — Nach Kuckuck in Oltmanns.

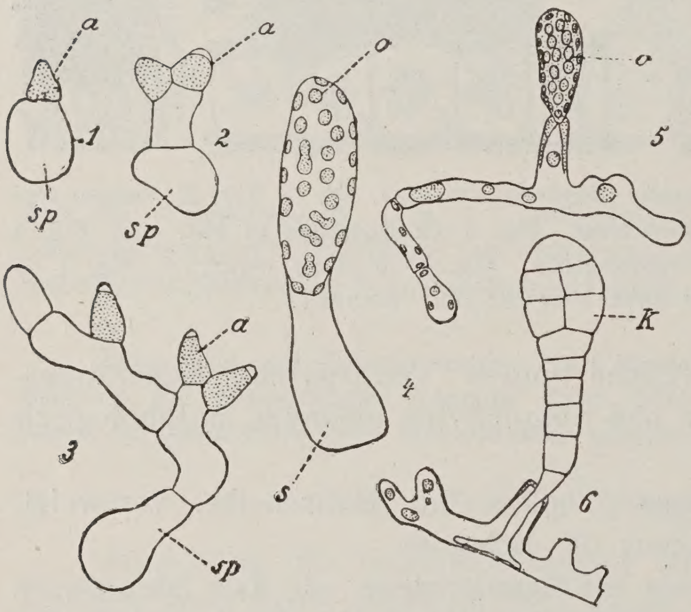


Abb. 66. Gametophyten von Laminariaceen. — Fig. 1—3. Männliche Gametophyten von *Saccorhiza bulbosa.* — Fig. 4. Weiblicher Gametophyt derselben Art. — Fig. 5 Weiblicher Gametophyt, Fig. 6 junger Sporophyt von *Alaria esculenta.* — *a* Antheridium, *o* Eizelle, *k* Keimling, *s* und *sp* ausgekeimte Zoospore. — Vergr. — Nach Sauvageau.

geschlechtliche durch Zoosporen. Generationswechsel vorhanden; die Gametophyten mikroskopisch klein, aber selbständig, die Sporophyten groß und kräftig.

1. Familie. ***Laminariaceae.*** Große Meeresalgen von zumeist derber Konsistenz (Tange); manche gehören zu den längsten Pflanzen überhaupt. Thallus zumeist deutlich in wurzel-, stengel- und blattartige Teile geteilt; am Grunde der letzteren oder ihrer Abschnitte oft blasenartige Schwimmorgane. Andauerndes Wachstum in allen Teilen des Thallus oder am Grunde der blattartigen Teile. Der weitgehenden Organausbildung entspricht auch

Abb. 67. *Laminariaceae.* — Fig. 1 u. 2. *Laminaria Cloustoni.* Fig. 1 ganze Pflanze im Stadium der Erneuerung des Phylloides, Fig. 2 Querschnitt durch den stengelartigen Teil; stark verkl. — Fig. 3. *L. saccharina*; stark verkl. — Fig. 4. *Nereocystis Luetkeana*; stark verkl. — Fig. 5. *Macrocystis pirifera*; stark verkl. — Fig. 6. Schwimmorgan einer *Macrocystis*; verkl. — Fig. 7. Basaler Teil von *Agarum Gmelini*; stark verkl. — Fig. 1 u. 2 nach Foslie, Fig. 3 u. 6 Original, Fig. 4 nach Postels und Ruprecht, Fig. 5 nach Hooker und Harvey, Fig. 7 nach Kerner.

eine weitgehende anatomische Differenzierung (vgl. Abb. 60). Zoosporangien an eigentümlichen, fadenförmigen oder keulenförmigen Trägern stehend oder Flecken der blattartigen Teile bedeckend (vgl. Abb. 65).

Oogonien und Antheridien an winzigen, bei der Keimung der Zoosporen entstehenden Pflänzchen (Abb. 66). Über den Generationswechsel vgl. S. 118.

Vorherrschend in den arktischen und antarktischen Meeren. — *Alaria.* Ein großes endständiges Phylloid, seitlich am Träger desselben zahlreiche blattartige Lappen. Mehrere Arten werden von Polarvölkern verzehrt. *A. esculenta* im nördlichen Atlantischen Ozean. — *Agarum.* Phylloid durchlöchert. — *Laminaria.* Thallus sehr groß mit einfachem oder längsspaltigem Phylloid, das periodisch an der Basis erneuert wird. Insbesondere im nördlichen Teile des Großen Ozeans, z. B. *L. japonica* und *angustata*, welche bei den Völkern Ostasiens gegessen werden, und im nördlichen Atlantischen Ozean, hier besonders *L. Cloustoni* (Abb. 67, Fig. 1—2), *L. saccharina* (Abb. 67, Fig. 3), *L. digitata.* Letztere Arten werden zur Gewinnung von Mannit und Jod, sowie als Düngemittel verwendet; *L. digitata* und *L. Cloustoni* liefern die medizinisch gebrauchten, infolge ihres Quellungsvermögens zu schmerzloser Erweiterung krankhaft verengter Kanäle verwendeten „Stipites Laminariae". — *Costaria* mit 3—5 Rippen im Phylloid; im Großen Ozean. — *Lessonia.* Thallus wiederholt gabelig geteilt, oft sehr groß. — *Nereocystis* mit oft bis 70 *m* langem Cauloid und großer Schwimmblase an dessen Ende. *N. Luetkeana* (Abb. 67, Fig. 4) im Großen Ozean. — *Macrocystis.* Thallus bis 200 *m* lang. Durch seitliche Abspaltungen des endständigen Phylloids entstehen zahlreiche, am Grunde mit Schwimmblase versehene blattähnliche Zipfel. *M. pirifera* (Abb. 67, Fig. 5) in den südlichen Meeren und im nördlichen Großen Ozean.

2. Familie. **Chordaceae.** Mit stielförmigem, radiär gebauten Thallus, sonst wie vorige Familie.

Chorda filum, sehr verbreitet im nördlichen Atlantischen und Großen Ozean.

5. Ordnung. ***Fucales.***

Fortpflanzungsorgane in eigenen in das Innere des Thallus eingesenkten, nach außen mündenden Behältern (Conceptaculum)[12]. Geschlechtliche Fortpflanzung durch unbewegliche Eizellen und Spermatozoiden, ungeschlechtliche Sporen fehlen. Generationswechsel. Die ganzen Individuen sind diploid und mit der Sporophytengeneration der übrigen Ordnungen homolog. Der Gametophyt ist nur durch die nach der Reduktionsteilung in den Oogonien und Antheridien entstehenden Geschlechtszellen repräsentiert (vgl. S. 118).

Einzige Familie: **Fucaceae.** Meist große, derbe Algen (Tange). Thallus mit zumeist deutlicher Gliederung in wurzel-, blatt- und stengelartige Teile, dabei dichotom oder seitlich verzweigt, oft mit Schwimmorganen (Luftblasen in eigenen Organen oder in den Phylloiden). Histologische Differenzierung ähnlich wie bei den *Laminariaceae.* Allgemein verbreitet sind an den vegetativen Organen „Haargruben", welche morphologisch den Konzeptakeln ähneln. Vegetative Vermehrung durch sich ablösende Thallusstücke, niemals durch vegetative Sporen. Oogonien und Antheridien im Innern von Konzeptakeln („Scaphidien", Abb. 68, Fig. 1 und 5). Dieselben sind entweder über den ganzen Thallus zerstreut oder finden sich an verschieden geformten, bestimmten Thallusabschnitten. Oogonien und Anthe-

[12]) Vgl. Roe H. L., The developm. of the concept. in *Fucus*. The bot. Gaz., LXI., 1916

ridien sind in denselben Konzeptakeln (einhäusige Arten) oder auf verschiedenen Individuen (zweihäusige Arten). Oogonien einzeln stehend (Abb. 68, Fig. 1 u. 2), schließlich die Eizellen (1—8) entleerend; letztere sind im befruchtungsfähigen Zustande von einer schleimigen Hülle umgeben und bewegungslos. Antheridien (Abb. 68, Fig. 5 u. 6) in größerer Zahl verzweigten

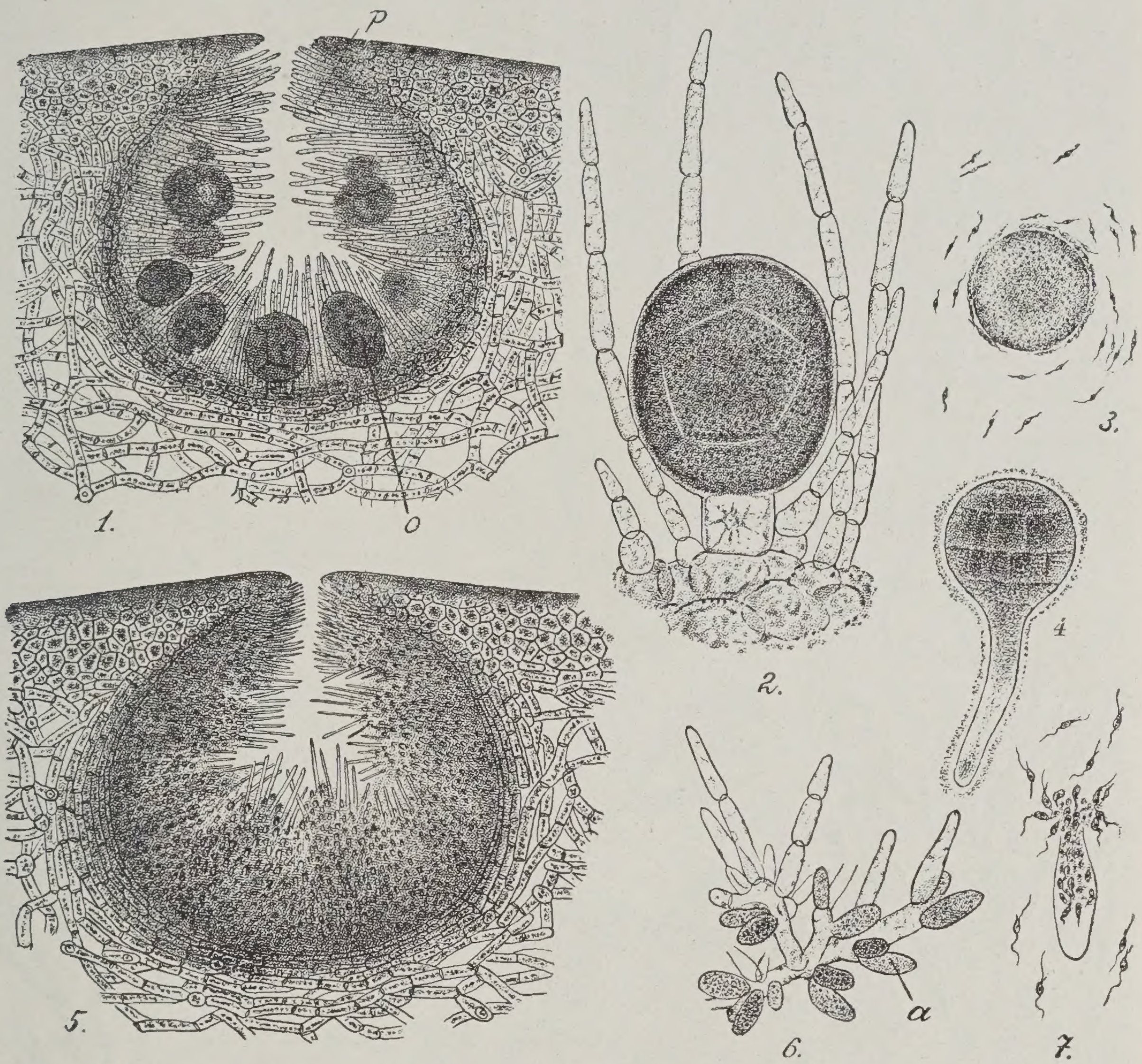


Abb. 68. *Fucaceae. Fucus vesiculosus.* — Fig. 1. Durchschnitt durch ein ♀ Konzeptaculum; *o* Oogonien, *p* Paraphysen; 50fach vergr. — Fig. 2. Reifes Oogonium zwischen Paraphysen; 160fach vergr. — Fig. 3. Eizelle von Spermatozoiden umgeben; 160fach vergr. — Fig. 4. Keimende Spore; 160fach vergr. — Fig. 5. Durchschnitt durch ein ♂ Konzeptaculum; 50fach vergr. — Fig. 6. Antheridienträger; *a* Antheridien; 160fach vergr. — Fig. 7. Antheridium im Momente des Freiwerdens der Spermatozoiden; 330fach vergr. — Nach Thuret.

Fäden seitlich aufsitzend. Spermatozoiden mit seitlichen Wimpern (Abb. 68, Fig. 7). Außer den Oogonien und Antheridien befinden sich in den Konzeptakeln zumeist sterile Fäden (Paraphysen). Die Befruchtung der Eizellen findet in der Regel außerhalb der Konzeptakeln im Meerwasser statt (Abb. 68, Fig. 3).

Bemerkenswerte Verschiedenheiten bei der Ausbildung der Eizellen im Oogonium: Bei *Fucus*-Arten werden alle 8 Zellen als Eizellen ausgebildet, bei *Ascophyllum* entstehen

Abb. 69. *Fucaceae.* — Fig. 1. *Fucus vesiculosus*; nat. Gr. — Fig. 2. *Sargassum vulgare*; nat. Gr. — Fig. 3. *Sargassum crispum*; nat. Gr. — Fig. 4*a*. *Turbinaria decurrens*; nat. Gr. — Fig. 4*b*. Phylloid davon; vergr. — Fig. 5. *Cystoseira barbata*; nat. Gr. — Fig. 6. *Cystoseira ericoides;* nat. Gr. — Fig. 7. *Fucus bifurcatus*; nat. Gr. — Fig. 8. Basalteil von *Himanthalia lorea.* — *l* bedeutet in allen Figuren Schwimmorgane, *f* fertile Thallusabschnitte. — Fig. 1—7 Original, 8 nach Hauck.

4 Eizellen, 4 Kerne degenerieren, bei *Pelvetia* finden sich 2 Eizellen und 6 degenerierte Kerne, während endlich bei *Himanthalia*, *Sargassum* u. a. nur eine Eizelle ausgebildet wird und 7 Kerne degenerieren (weitestgehende Reduktion des Gametophyten).

In allen Meeren, besonders reich entwickelt in den australischen; vielfach ganze Formationen bildend. — *Durvillea utilis* wird von den Bewohnern der chilenischen Küsten als Nahrungsmittel verwendet; viele andere Arten der Fucaceen dienen zur Soda- und

Abb. 70. *Fucus vesiculosus* und (unten) *Ascophyllum nodosum* auf Steinen an der Ostküste von Strömö (Färöer-Ins.) — Nach Photogr. von F. Börgesen.

Jodgewinnung („Varek“ oder „Kelp“, geradeso wie die analog verwendeten *Laminaria*-Arten). — *Himanthalia lorea* mit eigentümlichem, becher- oder birnförmigem Basalteil (Abb. 69, Fig. 8). — *Fucus*, mit flachem oder stielrundem, dichotom verzweigtem Thallus; mit oder ohne Schwimmblasen. *F. vesiculosus* (Blasentang) (Abb. 69, Fig. 1 und Abb. 70) und *F. serratus* im nördlichen Atlantischen Ozean, in der Nord- und Ostsee häufig, *F. Sherardi* (= *F. virsoides*) im Adriatischen Meere, *F. furcatus* im Großen Ozean. — *Cystoseira*. Thallus reich verzweigt; Zweige oft kleinen Nadelblättern ähnlich; Schwimmblasen im Verlaufe der Äste. *C. barbata* (Abb. 69, Fig. 5) und *C. Montagnei* im Mittelmeere sehr häufig; *C. ericoides* (Abb. 69, Fig. 6) u. a. — *Turbinaria*. Thallus mit schildförmigen, gegen den Grund dreikantigen Phylloiden. *T. decurrens* (Abb. 69, Fig. 4) im Roten Meere und Indischen Ozean. — *Sargassum*, mit blattähnlichen, flachen, oft von Rippen durchzogenen Phylloiden; Schwimmblasen in eigenen Organen. Verbreitete und formenreiche Gattung. *S. vulgare* (Abb. 69, Fig. 2) im Atlantischen Ozean und Mittelmeer, *S. linifolium* in der Adria, *S. bacciferum* an der Ostküste Nordamerikas u. a. Losgelöste und von Meeresströmungen zusammengeschwemmte Fragmente der letzterwähnten Art bilden im Vereine mit anderen Algen die schwimmenden Massen des sogenannten „Sargassomeeres“ im Atlantischen Ozean.

V. Stamm. Rodophyta, Rotalgen[1]).

Vielzellige, wasserbewohnende Pflanzen, deren vegetative Zellen immer Zellkerne (in Ein- oder Mehrzahl), eine deutliche Membran und — soferne sie der Assimilation dienen — einen an Chromatophoren gebundenen, als roter, violetter, seltener blauer Farbstoff erscheinenden Eiweißkörper (Phycoerythrin)[2]) neben Chlorophyll enthalten.

Der Thallus ist stets mehrzellig und festsitzend; in den einfachsten Fällen stellt er eine einfache Zellreihe oder Zellfläche dar; zumeist zeigt er eine

---

[1]) Vgl. Bornet E. et Thuret G., Notes algologiques, 1876—1880. — Schmitz F., Untersuchungen über die Befruchtung der Florideen, 1883. — Hauck F., Die Meeresalgen Deutschlands, Österr. etc., 1885. — Reinke J., Atlas deutscher Meeresalgen, 1889 bis 1892. — Schmitz F. und Hauptfleisch P. in Engler u. Prantl, Natürl. Pflanzenfam., I. T., Abt. 2, 1896—1897 und die dort zitierte Literatur; Nachtr. dazu von N. Svedelius, 1911. — De Toni G., Sylloge Algarum, IV., 1897—1900. — Falkenberg P., Die Rhodomelaceen des Golfes von Neapel u. d. angrenz. Meeres-Abschn. Fauna und Flora v. Neapel, 26. Monogr., 1901. — Hassenkamp A., Üb. d. Entw. d. Cystocarp. bei einig. Florid. Bot. Ztg., 60., 1902. — Oltmanns Fr., Morphol. u. Biol. d. Alg., I. Bd., 1904, II. Bd., 1905 u. d. dort zit. Literatur. — Lotsy J. P., Vortr. üb. bot. Stammesgesch., I. Bd., 1907. — Yamanouchi S., The life-hist. of *Polysiphonia*. Bot. Gaz., 1906; The life-hist. of *Corallina off.* Bot. Mag. Tokyo, XXVII., 1913. — Svedelius N., Üb. d. Bau u. d. Entw. der Florideeng. *Martensia*. Kgl. Sv. Vet. Akad. Handl., 43., 1908; Zytol.-entw. Stud. üb. *Scinaia furcellata*. N. Act. Soc. scient. Upsal., Ser. IV., Vol. 4., 1915; Ueb. Homol. zw. männl. u. weibl. Fortpfl.-Org. d. Flor. Ber. d. deutsch. bot. Ges., Bd. XXXV, 1917; Die Monosporen bei *Helminthora* etc., a. a. O., XXXV., 1917. — Nienburg W., Zur Keimungs- und Wachstumsgesch. d. *Deless.* Bot. Zeitg., 1908. — Kolderup-Rosenvinge L., The marine Algae of Denmark. I. Mem. de l'Acad. roy. d. Sc. d. Danemark, 7. Ser., t. VII, 1909. — Kurssanow L., Beitr. z. Cyt. d. Flor. Flora, 1909. — Lewis J. F., The life-hist. of *Griffithsia*. Ann. of Bot., vol. 23., 1909; Altern. of Gen. in c. Flor. Bot. Gaz., vol. 53., 1912. — Davis B. M., Phenom. of sex. repr. in Alg. Am. Nat., V., 1910. — Killian K., Üb. d. Entw. einig. Florid., Zeitsch. f. Bot., VI., 1914. — Bonnet J., Reprod. sex. et alt. d. gen. chez l. Alg. Progr. rei bot., Bd. 5, 1915. — Kylin H., Üb. d. Entw. v. *Batrachosp.* Ber. d. deutsch. bot. Ges., Bd. XXXV, 1917; Die Entw. u. syst. Stellung v. *Bonnemaisonia* etc. Zeitsch. f. Bot., VIII., 1916; Die Entw. v. *Griffithsia corall.* Zeitschr. f. Bot., VIII., 1916. — Dunn G. A., Developm. of *Dumontia*. I. Plant World. XIX, 1916; II. Bot. Gaz. LXIII, 1917.

[2]) Molisch H., Das Phycoerythrin, seine Kristallisierbarkeit und chemische Natur. Botan. Zeitg., 1894. — Kylin H., Üb. d. Farb. d. Florid. u. Cyanoph. Sv. bot. Tidskr., VI., 1912.

reichere Gliederung, nämlich regelmäßige Verzweigung, vielfach Ausbildung von wurzelähnlichen, stengel- und blattähnlichen Organen und von besonderen, die Fortpflanzungsorgane tragenden Teilen. Der verschiedenen Abstufung der Organbildung entspricht auch eine verschiedene anatomische Differenzierung; bei den einfachsten Formen finden sich bloß gleichwertige und gleichgebaute Zellen, während bei den weniger einfach gebauten viel-

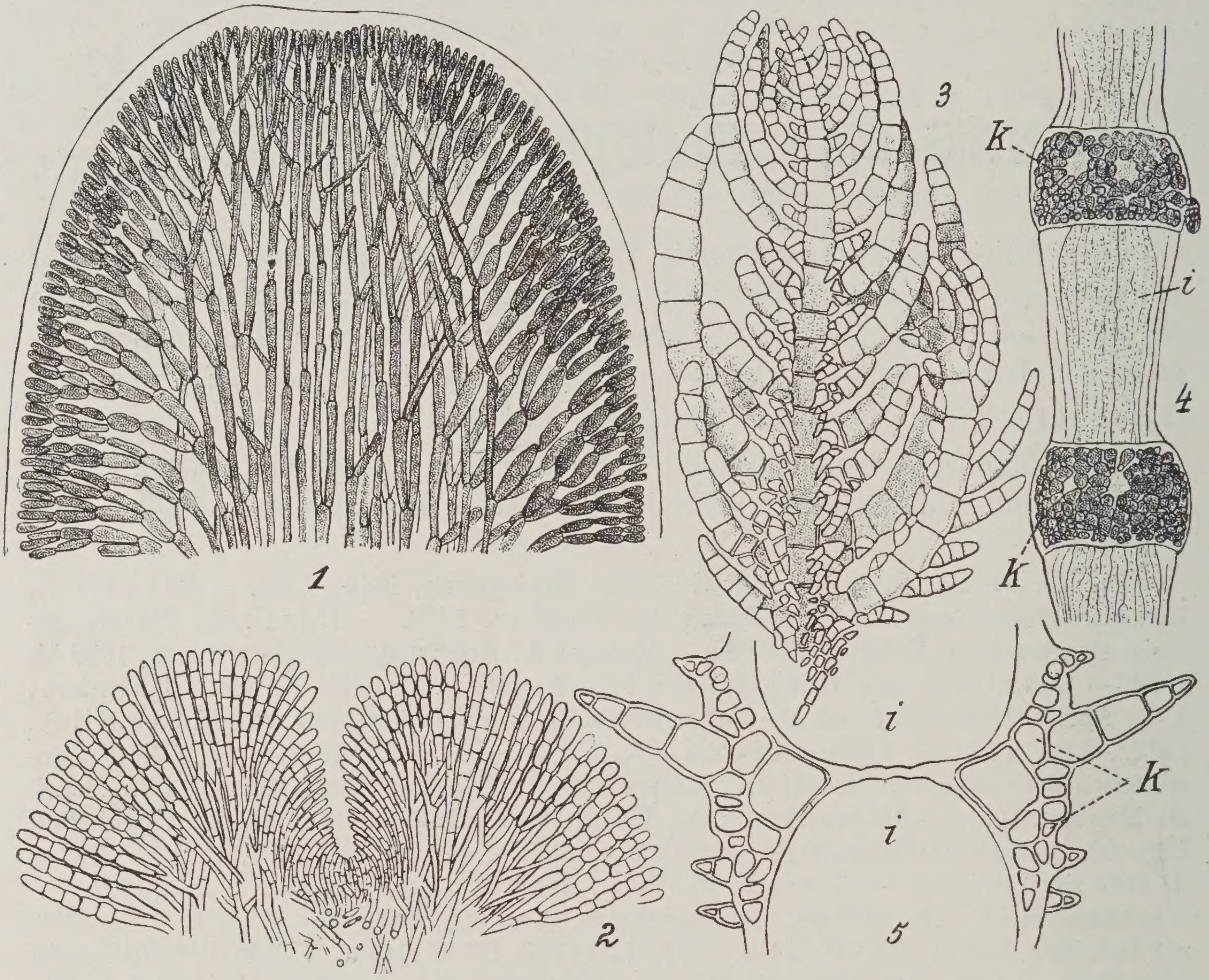


Abb. 71. *Rhodophyta.* Typen des Aufbaues des Thallus der Florideen. — Fig. 1 u. 2. „Springbrunnentypus“; Fig. 1 Längsschnitt durch die Thallusspitze von *Furcellaria fastigiata*, Fig. 2 dasselbe von *Galaxaura lapidescens.* — Fig. 3—5. „Zentralfadentypus“; Fig. 3 Thallusstück von *Plumaria Harveyi*, Fig. 4 Fadenstück von *Ceramium* sp., Fig. 5 Längsschnitt durch einen „Knoten“ von *Ceramium* sp.; *i* Zellen des Zentralfadens, *k* Berindung an den Knoten. — Alle Figuren vergr. — Nach Oltmanns.

fach eine Gliederung in periphere assimilierende und zentrale leitende und mechanische Zellen sich zeigt. Der Aufbau des Thallus geht auf einen primären Faden mit Spitzenwachstum („Zentralfadentypus“, Abb. 71, Fig. 3—5) zurück oder auf eine größere Anzahl ± parallel verlaufender Fäden („Springbrunnentypus“, Abb. 71, Fig. 1 u. 2); nur bei den Bangieen finden sich Einzelfäden mit interkalarem Wachstum. Die kompliziertesten und regelmäßigsten Formen finden sich bei dem Zentralfadentypus. Hier

kommt es häufig zu einer Komplikation des Baues des Zentralfadens durch Entstehung von Segmenten („Rindenzellen") in den Zellen desselben. Diese Rindenzellen können entweder nur an den Enden der Zentralfadenzellen entstehen (z. B. *Ceramium*) oder der ganzen Länge derselben nach (z. B.

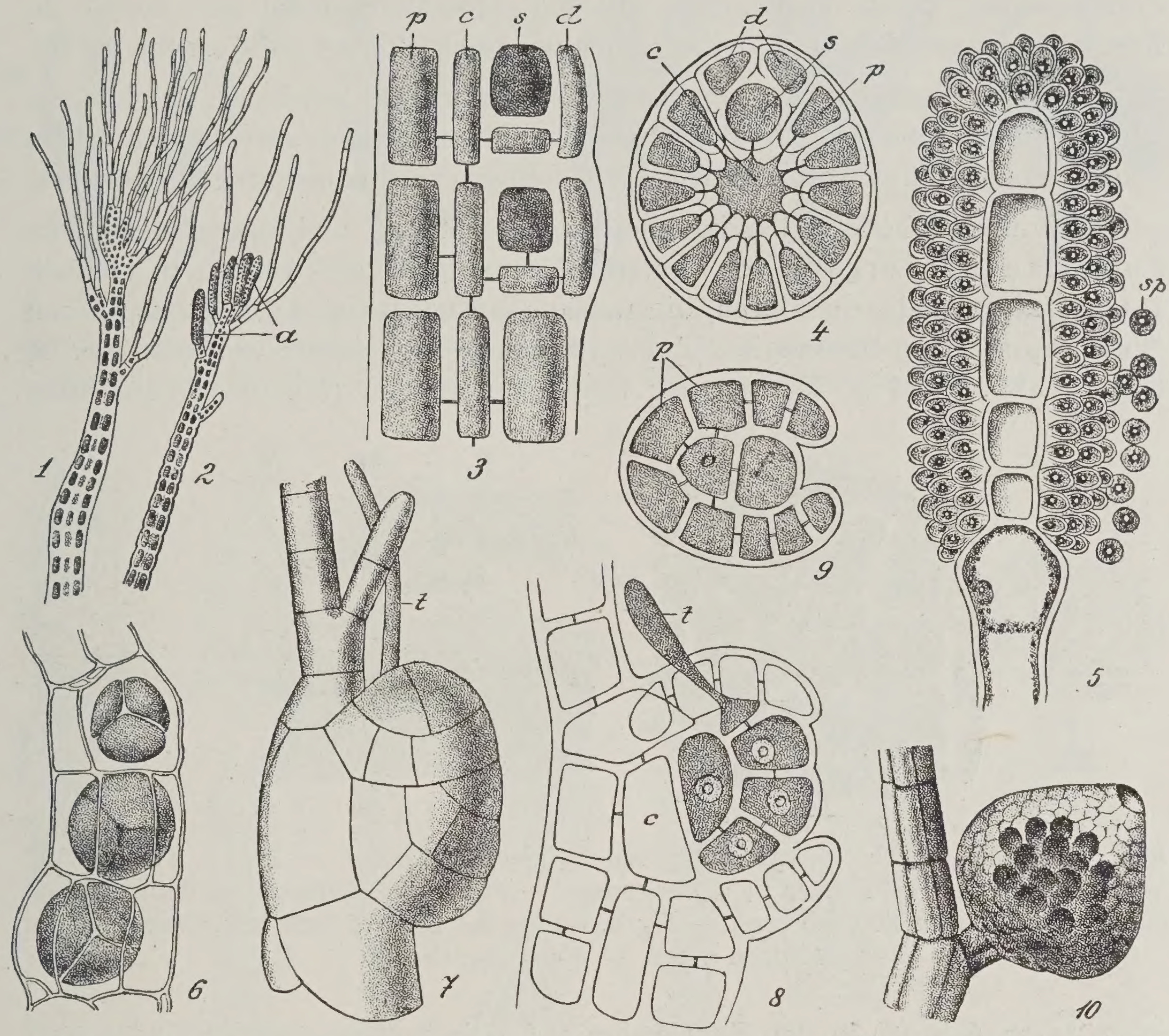


Abb. 72. *Rhodophyta.* — Fig. 1 u. 2. *Polysiphonia sertularioides*; Fig. 1 Thallusstück; Fig. 2 ein solches mit Antheridienständen *a*, 100fach vergr. — Fig. 3—7. *Polysiphonia* sp. Fig. 3 Thallusstück mit Tetrasporangienbildung im Längsschnitte, *c* Gliederzellen, *p* u. *d* aus *c* hervorgegangene periphere Zellen, *s* Sporangienzellen, 300fach vergr.; Fig. 4 ein gleiches Thallusstück im Querschnitte; Fig. 5 Thallusast mit Antheridien, *sp* Spermatien; stark vergr.; Fig 6 Thallusstück mit Tetrasporen, stark vergr.; Fig. 7 Thallusstück mit umhülltem Karpogon, *t* Trichogyn, 550fach vergr. — Fig. 8. Längsschnitt durch eine Cystocarpanlage von *Rhodomela subfusca.* — Fig. 9. Querschnitt durch eine solche im jüngeren Zustande; *o* Mutterzelle der Auxiliarzelle, *f* Zelle des Karpogonastes, *c* Gliederzelle, *t* Trichogyn, *p* periphere Zellen; 500fach vergr. — Fig. 10. Reifes Cystocarp von *Polysiphonia violacea*; 25fach vergr. — Fig. 1 u. 2 nach Kützing, 3, 4, 7—10 nach Falkenberg, 5 u. 6 nach Dodel-Port.

Polysiphonia). Die Mannigfaltigkeit kann erhöht werden durch Dorsiventralität des Thallus oder dadurch, daß Seitenäste zu flächenförmigen Bildungen „verwachsen" (z. B. *Delesseria*) etc. Die Verzweigung des Thallus ist eine monopodiale oder sympodiale, vielfach scheinbar dichotom.

Die Zellmembranen zeigen häufig die Tendenz, gallertig zu verquellen; durch Einlagerung von kohlensaurem Kalk in die Membranen, bzw. durch Auflagerung desselben erlangen manche Rhodophyten steinartige Konsistenz. Sehr charakteristisch für die Membranen der meisten Rhodophyten sind Perforationen, deren Vorkommen mit der Entstehungsfolge der Zellen im Zusammenhange steht und vielfach wichtige Rückschlüsse auf dieselbe zuläßt.

Bei der Keimung entsteht entweder sofort die typische Thallusform oder es kommt zuerst zur Ausbildung einer vorkeimartigen parenchymatischen Scheibe oder eines halbkugeligen, vielzelligen, protokormartigen Gebildes.

Bei allen Rhodophyten kommen geschlechtliche und ungeschlechtliche Fortpflanzungsorgane vor. Letztere bestehen in unbeweglichen, vielfach anfangs membranlosen Sporen, die weitaus in den meisten Fällen zu Vieren (Tetrasporen) in Sporangien (Tetrasporangien) gebildet werden (Abb. 72, Fig. 6, Abb. 79, Fig. 5); seltener treten sie einzeln (Monosporen) oder

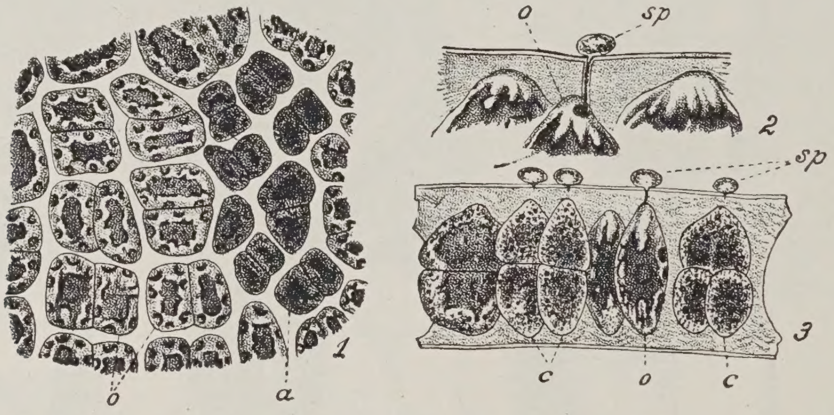


Abb. 73. Geschlechtliche Fortpflanzung von *Porphyra leucosticta*. — Fig. 1. Thallusstück mit Eizellen *o* und Antheridien *a*; 450fach vergr. — Fig. 2 u. 3. Befruchtung der Eizellen *o* durch Spermatien *sp*; 600fach vergr. — Fig. 3. Teilung der Eizellen nach der Befruchtung (*c*); 450fach vergr. — Nach Berthold.

in größerer Zahl (8) in den Sporangien auf. Die Tetrasporangien finden sich an den Enden kurzer Ästchen oder an der Thallusoberfläche oder im Innern des Thallusgewebes; nicht selten sind sie zu „Tetrasporangienständen" vereint oder auf eigenen Ästchen („Stichidien") gehäuft; bei den Corallinaceen finden sie sich im Innern von Konzeptakeln. Daneben finden sich nur selten andere Organe der ungeschlechtlichen Fortpflanzung (Brutzellen, Brutknospen).

Bei der geschlechtlichen Fortpflanzung erfolgt immer die Befruchtung der weiblichen Organe durch unbewegliche, rundliche, nur passiv vom Wasser mitgeführte Spermatien. Spermatien und Eizellen kommen auf demselben oder auf verschiedenen Individuen zur Ausbildung.

Die Spermatien werden einzeln in Mutterzellen gebildet, die als Antheridien oder Spermatangien bezeichnet werden. Relativ selten treten diese Antheridien einzeln auf, meist bilden sie verschieden geformte (polsterförmige, keulenförmige, büschelförmige etc.) Antheridienstände (Abb. 72,

Fig. 5); bei den Corallinaceen u. a. finden sie sich im Innern von Konzeptakeln.

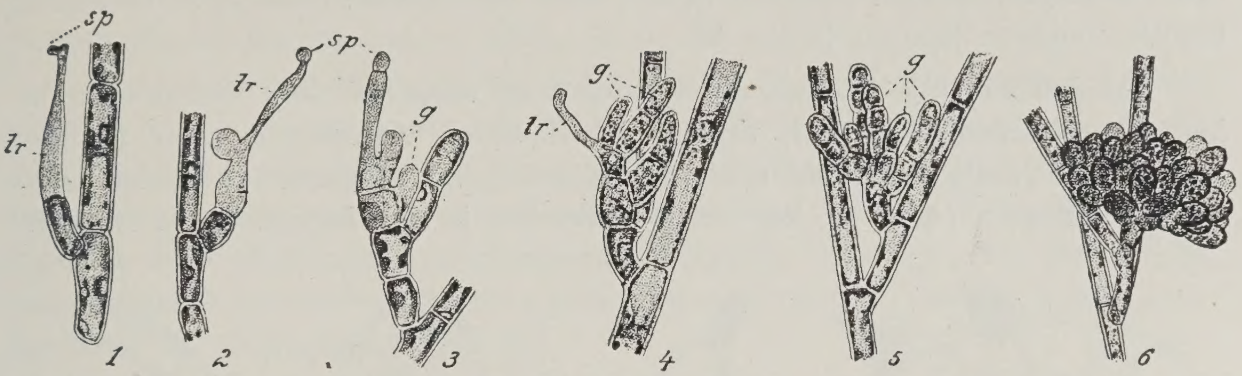


Abb. 74. Befruchtungsvorgang von *Chantransia corymbifera*. — Fig. 1. Karpogon im Momente der Befruchtung; *tr* Trichogyn, *sp* Spermatium. — Fig. 2—5. Ausbildung der Gonimoblaste *g*. — Fig. 6. Sporenbildung aus den Gonimoblasten. — Fig. 1—6 300fach vergr. — Nach Thuret.

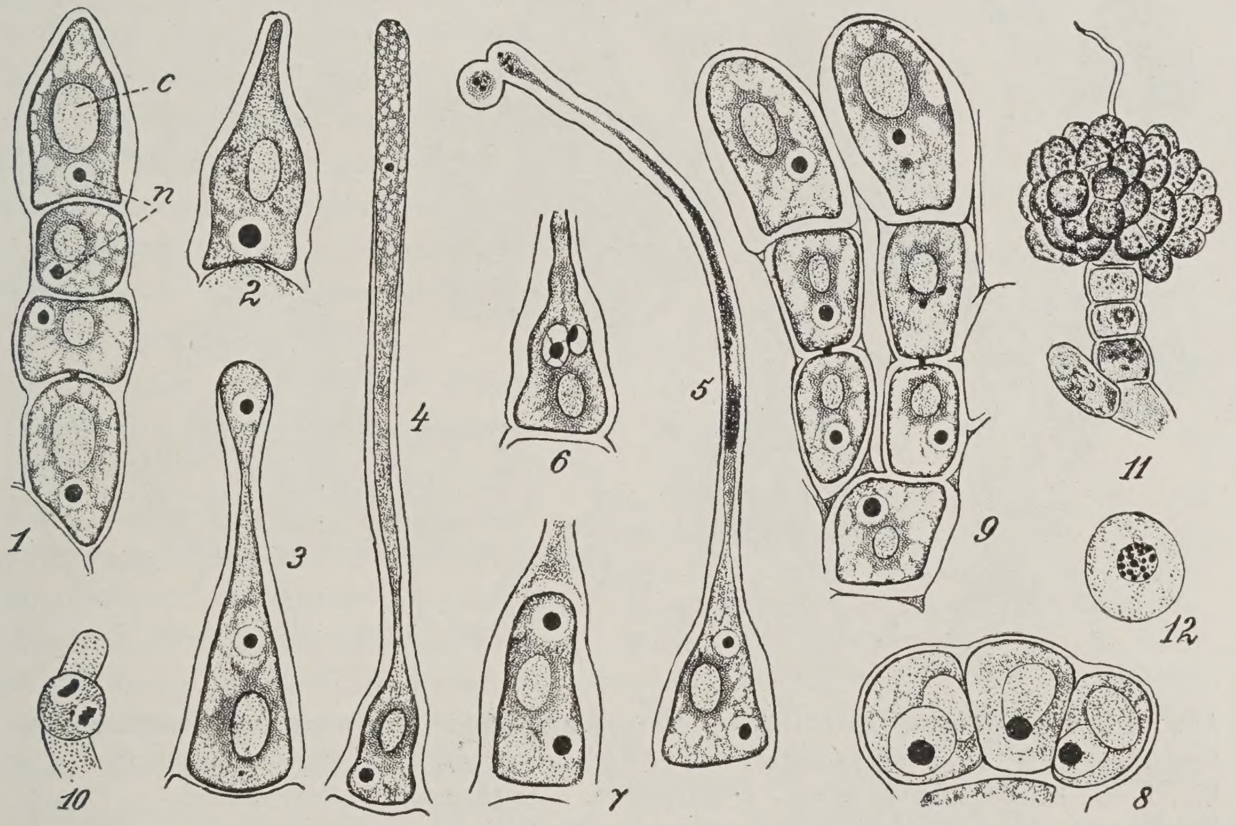


Abb. 75. Befruchtungsvorgang von *Nemalion multifidum*. — Fig. 1. Junger Karpogonast; *n* Kerne, *c* Chromatophor. — Fig. 2. Karpogon mit Anlage des Trichogyns. — Fig. 3. Weiteres Stadium, Teilung des Kernes in Eikern und Trichogynkern. — Fig. 4. Reifes Karpogon. — Fig. 5. Befruchtung. — Fig. 6. Verschmelzung des Ei- und des Spermakernes. — Fig. 7. Befruchtete Eizelle. — Fig. 8. Teilung derselben. — Fig. 9. Gonimoblaste. — Fig. 10. Spermatium der Trichogynspitze anliegend, mit Teilung des Kernes. — Fig. 11. Reifes Cystocarp einer anderen Art. — Fig. 12. Spermatium v. *N. multifidum*. — Alle Figuren stark vergr. — Fig. 1—10, 12 nach Wolfe, 11 nach Thuret.

Die weiblichen Fortpflanzungsorgane und die Befruchtungsvorgänge sind von großer Mannigfaltigkeit. Die Eizellen werden bei den Florideen als Karpogonien bezeichnet.

In den einfachsten Fällen *(Bangieae)* geht die Eizelle direkt aus einer Thalluszelle ohne wesentliche Veränderung derselben hervor (Abb. 73); nach ihrer Befruchtung bildet sie die Spore, oder es entstehen durch Teilung der Eizelle mehrere Sporen (meist 8).

Bei den Florideen treten die Karpogonien meist an den Enden eigener Äste, der Karpogonäste auf, welche oberflächlich vorkommen oder in das Innere des Thallus versenkt sind. Sie zeigen eine haarartige Verlängerung, das Trichogyn (Abb. 72, 74—78, *tr*), welches in der Jugend einen eigenen

Abb. 76. Monosporen-, Antheridien-, Karpogonbildung und Befruchtungsvorgang von *Scinaia*. — Fig. 1. Monosporangien *m*. — Fig. 2. Antheridienbildung, *a* Antheridien. — Fig. 3—5. Karpogonentwicklung, *k* Karpogon, *t* Trichogyn, *a* Auxiliarzelle. — Fig. 6. Vereinigung der befruchteten Karpogonzelle (*k*) mit der Auxiliarzelle (*a*). — Fig. 7. Gonimoblastenbildung (*g*). — Fig. 8. Karpospore. — Stark vergr. — Nach Svedelius.

Kern enthält. Die Befruchtung erfolgt durch das Anlegen eines Spermatiums an das Trichogyn und durch Eintritt des Spermatiuminhaltes in das Innere des Karpogons; unmittelbar vorher erfährt der Kern des Spermatiums eine Zweiteilung (ob immer?) und nur einer der Kerne tritt in die Eizelle ein (Abb. 75, Fig. 6 und 10). Nach der Befruchtung wird das Trichogyn durch einen Gallertpfropf abgegliedert und geht dann zugrunde. Die Weiterentwicklung des Karpogons geschieht in sehr verschiedener Art; niemals bildet es direkt die Sporen aus. Einige typische Fälle sind folgende:

In den einfacheren Fällen (Typus I) entstehen aus dem befruchteten Karpogon Büschel von Fäden (sporogene Fäden, auch Gonimoblaste genannt), welche sich teilen. Alle oder einzelne Zellen dieser Fäden liefern je eine Spore (Karpospore) (Abb. 74 u. 75).

In anderen Fällen (Typus II) tritt die befruchtete Eizelle zunächst in Verbindung mit einer benachbarten Zelle (Auxiliarzelle), und zwar direkt oder durch Vermittlung einer fadenförmigen Verlängerung (Abb. 76 u. 77). Diese Verbindung mit den Auxiliarzellen ist kein zweiter Befruchtungsakt, sondern ein ernährungsphysiologischer Vorgang, welcher die Ernährung der weiterhin gebildeten Zellen durch den vegetativen Thallus ermöglicht; die aus der befruchteten Eizelle stammenden Kerne bleiben von jenen der Auxiliarzellen ganz getrennt. Aus dem Verbindungsprodukt geht durch Teilung eine „Zentralzelle“ und eine Fußzelle hervor. Erstere liefert die Karposporen, und zwar entweder direkt durch Teilung oder nach Aussendung ± langer sporogener Zellen oder durch Ausbildung eines ganzen Gewebekörpers, an dessen Oberfläche die Sporen gebildet werden.

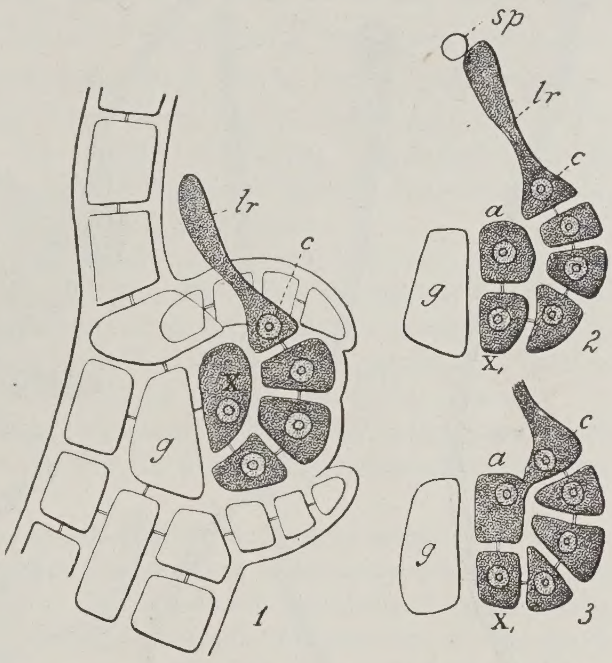


Abb. 77. Schematische Darstellung des Befruchtungsvorganges von *Rhodomela*. — Fig. 1. Längsschnitt durch eine Cystocarpanlage; *c* Karpogon, *tr* Trichogyn, *g* Gliederzelle, *x* Mutterzelle der Auxiliarzelle, die 3 Zellen unter dem Karpogon bilden den Karpogonast. — Fig. 2. Befruchtungsvorgang; *a* Auxiliarzelle, *x* Basalzelle, *sp* Spermatium. — Fig. 3. Verbindung der Eizelle mit der Auxiliarzelle. — Nach Falkenberg.

Wieder in anderen Fällen (Typus III) verläuft der Vorgang zunächst wie bei Typus II, aus der Zentralzelle gehen aber lange sporogene Fäden hervor, welche zu sekundären, entfernter liegenden Auxiliarzellen hinwachsen („Ooblastemfäden“), wo der bei Typus II geschilderte Vorgang sich wiederholt. Die dort gebildeten Zentralzellen liefern direkt oder indirekt die Karposporen; sie können aber auch neuerdings Ooblastemfäden aussenden, die wieder neue Auxiliarzellen aufsuchen (Abb. 78).

Die sporenbildenden Gonimoblaste und damit die aus ihnen entstehenden Sporen sind bei allen Typen entweder frei oder von verschieden gearteten, aus benachbarten Teilen des Thallus hervorgehenden Hüllen umgeben oder sie liegen in Höhlungen im Innern des Thallus. In allen Fällen werden die die Sporen enthaltenden Gewebepartien als Cystocarpien bezeichnet.

Durch die zytologischen Untersuchungen der letzten Jahre sind die Fortpflanzungsverhältnisse der Rhodophyten wesentlich geklärt worden. Wenn

zunächst von den noch wenig geklärten *Bangieae* abgesehen wird, so ergeben sich zwei Gruppen[3]).

Bei der einen Gruppe (viele *Nemalionales*) finden sich Monosporen und Sexualorgane. Nach der Befruchtung, bzw. nach Vereinigung der befruchteten Karpogonzelle mit der Auxiliarzelle tritt sofort Reduktionsteilung ein. Die befruchtete Karpogonzelle ist demnach die einzige diploide Zelle. Die ganze übrige Pflanze ist haploid; es ist also wohl ein Phasenwechsel, aber kein Generationswechsel vorhanden. Svedelius hat diese Gruppe als die der haplobiontischen Florideen bezeichnet.

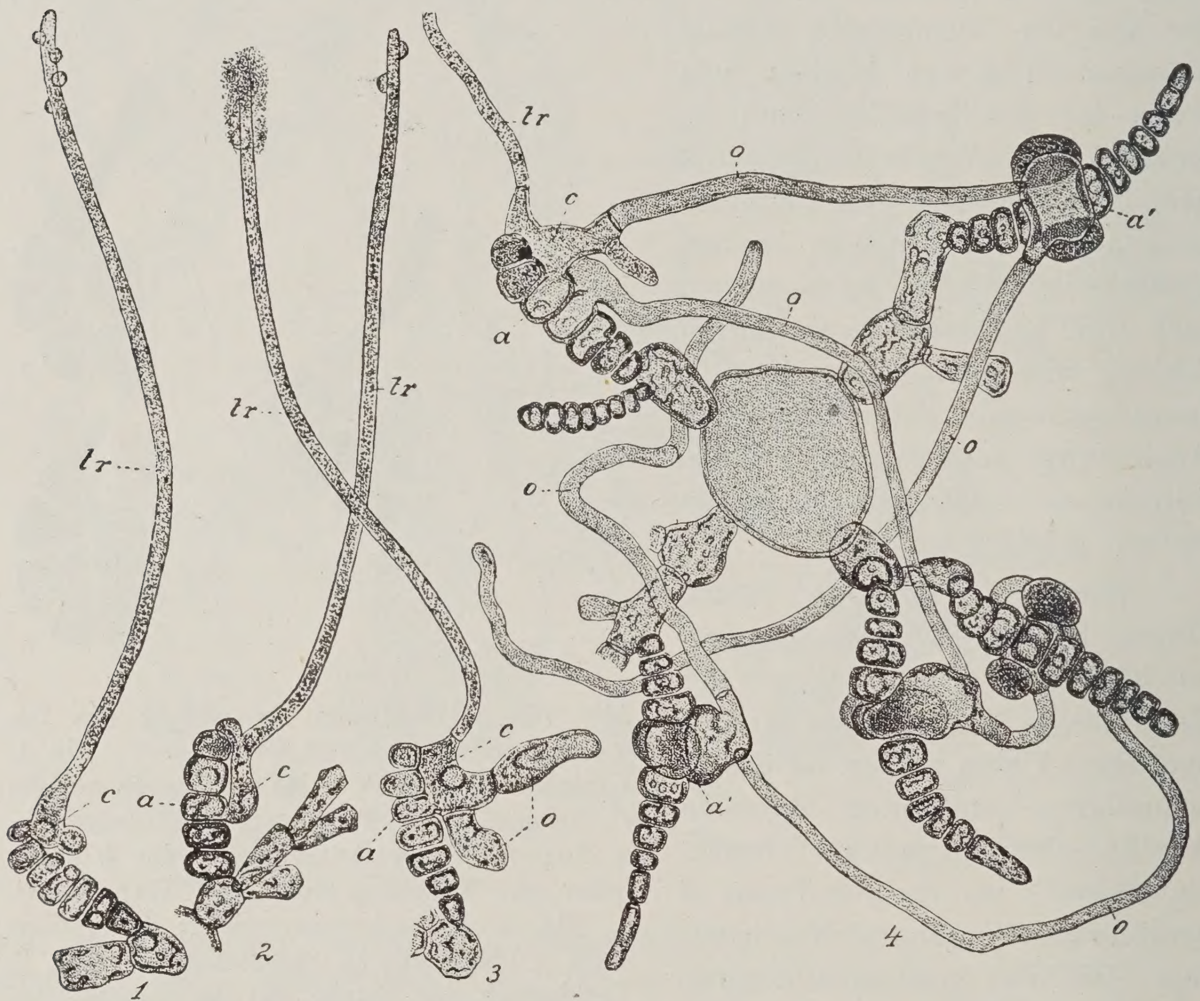


Abb. 78. Befruchtungsvorgang von *Dudresnaya coccinea*. — Fig. 1. Thallusast mit Karpogon *c*; *tr* Trichogyn. — Fig. 2. Verbindung des befruchteten Karpogons mit der Auxiliarzelle *a*. — Fig. 3. Austreiben der Ooblastemfäden *o*. — Fig. 4. Verbindung der Ooblastemfäden *o* mit Auxiliarzellen *a*. — 400fach vergr. — Nach Bornet.

Bei der zweiten Gruppe, der der haplo-diplobiontischen Florideen, finden sich monözische oder diözische Geschlechtsindividuen und ungeschlechtliche Tetrasporangien-Individuen. Die ersteren sind haploid. Nach der Befruchtung bilden sich die Gonimoblaste, welche geradeso wie die Karposporen diploid sind. Die Reduktionsteilung erfolgt erst bei der Bildung

[3]) Vgl. die übersichtliche Darstellung in Svedelius N., Das Problem d. Gen.-Wechs. bei d. Florid. Naturw. Wochenschr., N. F., XV., 1916.

der Tetrasporen auf der aus den Karposporen hervorgehenden Tetrasporenpflanze. Hier liegt also ein deutlicher antithetischer Generationswechsel vor. Auf den haploiden Gametophyt, die Geschlechtsorgane tragende Pflanze, folgt der Sporophyt, der in zwei Abschnitte zerfällt: in die Gonimoblaste einerseits und in die Tetrasporenpflanzen anderseits; erstere stehen in ernährungsphysiologischem Zusammenhange mit dem Gametophyten, letztere sind ernährungsphysiologisch selbständig.

Diese verschiedenen Verhältnisse trennen die Florideen der haplobiontischen Gruppe von den übrigen; sie dürfen als die primitiveren aufgefaßt werden. Von vielen Florideen sind die Fortpflanzungsverhältnisse noch nicht ganz aufgeklärt, dies gilt beispielsweise auch von den Formen, bei denen Tetrasporangien auf den Geschlechtspflanzen vorkommen und von jenen, bei denen Tetrasporen und Monosporen überhaupt noch nicht beobachtet wurden.

Die Rhodophyten sind in großer Gattungs- und Artenzahl im Meerwasser verbreitet; nur wenige bewohnen Süßwasser und auch diese dürften sekundäre Anpassungen an das Süßwasserleben darstellen. Sie sind nur selten und dann meist sekundär freischwimmend, in der Regel anderen Pflanzen oder dem Meeresgrunde angewachsen.

Fossile Rhodophyten sind in großer Zahl beschrieben worden, doch ist die Deutung der meisten dieser Reste eine sehr unsichere. Sichere Rhodophyten sind aus tertiären Ablagerungen bekannt geworden; besonders häufig unter diesen sind Formen mit stark verkalkten Thallomen, welche geradezu gesteinsbildend auftreten (Nulliporenkalke; Leithakalk in Südosteuropa und Kleinasien); einzelne Arten in der Kreide und im Jura.

Fast alle bisher bekannt gewordenen Rhodophyten sind autotroph; sicher parasitisch sind *Actinococcus* und *Harveyella*; letztere entbehrt der für die Rhodophyten sonst charakteristischen Farbstoffe.

Sichere verwandtschaftliche Beziehungen zu anderen Pflanzen sind nicht nachweisbar. Die heute lebenden Formen stellen wohl die Endglieder eines reichverzweigten Stammes dar, dessen frühere Entwicklungsstufen uns fehlen. Eine habituelle Ähnlichkeit mit manchen Chlorophyceen weisen viele Bangieen auf, doch unterscheiden sie sich von jenen durch die ganz wesentlich verschiedene Art der Fortpflanzung; es kann die Frage diskutiert werden, ob die Bangieen zu den Chlorophyceen oder zu den Rhodophyten gehören, ohne daß diese scheinbare Zwischenstellung im Sinne eines genetischen Zusammenhanges dieser beiden Gruppen gedeutet werden darf. Die Ähnlichkeit der sexuellen Fortpflanzung mit der mancher Pilze (*Pyrenomycetes*) kann ebensowenig in phylogenetischer Hinsicht verwertet werden[4]), wie die im Generationswechsel gelegene Analogie mit den Cormophyten. Nicht unmöglich erscheint mir, daß unter den Pilzen die *Laboulbeniales* Abkömmlinge der Rhodophyten darstellen, was aber nicht die systematische Stellung der Rhodophyten, sondern nur die Stellung der genannten Pilzgruppe beeinflussen würde.

Das System der Rhodophyten ist von einer definitiven Form noch weit entfernt. Im folgenden sind die Grundzüge des von Schmitz und Hauptfleisch durchgeführten Systems mit Berücksichtigung einiger von Oltmanns vorgenommenen Änderungen dargestellt.

1. Klasse. Bangieae.

Thallus fadenförmig, scheibenförmig oder bandartig, ohne regelmäßige Verzweigung. Vegetative Fortpflanzung durch Monosporen, die oft amöboide Bewegungen aufweisen. Sexuelle Fortpflanzung mit Befruchtung wenig ver-

---

[4]) Vgl. Dodge B. O., The morphol. rel. of Florid. and the Ascom. Bull. Torr. bot. Club, XLI., 1914.

änderter Thalluszellen, welche manchmal trichogynartige Verlängerungen aufweisen, durch kleine Spermatien. Die befruchtete Eizelle bildet direkt oder nach erfolgter Teilung Sporen aus.

Familie der **Bangiaceae.**

Bangia atropurpurea, in der litoralen Region der Meere, in Europa und Nordamerika auch im süßen Wasser, mit fadenförmigem Thallus; mehrere andere Arten im Meere.

Porphyra (Abb. 73 und Abb. 79, Fig. 7), mit hautförmigem Thallus, im Meerwasser, z. B. *P. leucosticta*; mehrere Arten werden in Ostasien gegessen und zu diesem Zwecke geradezu kultiviert.

Den Bangiaceen werden einige unvollständig bekannte kleine Familien angereiht: *Compsopogonaceae* (*Compsopogon*-Arten im süßen Wasser), *Rhodochaetaceae*, *Thoreaceae* (*Thorea ramosissima* in Bächen und Flüssen Europas, Asiens und Amerikas).

Die Stellung der *Bangieae* ist noch kontrovers; sie wurden von mehreren Autoren (besonders von Schmitz und Oltmanns) von den Rhodophyten getrennt und den Chlorophyceen (*Ulothrix*, *Ulva*) angereiht, anderseits als Zwischenglieder zwischen Schizophyceen und Florideen aufgefaßt (M. Ishikawa[5]).

2. Klasse. Florideae.

Thallus fast immer reich gegliedert und regelmäßig verzweigt, wenn scheinbar einfach flächenförmig, dann durch „Verwachsung“ der Äste entstanden. Monosporen oder (zumeist) Tetrasporen. Karpogon mit Trichogyn. Cystocarpien.

1. Ordnung. *Nemalionales.*

Monosporen, seltener Tetrasporen. Befruchtung und Sporenbildung nach Typus I. Cystocarpien mit oder ohne Hüllen. Viele Formen haplobiontisch, ohne Generationswechsel (vgl. S. 138).

1. Familie. **Lemaneaceae.** Thallus borstenartig, gegliedert; Fortpflanzungsorgane im Innern. Süßwasserbewohner.

Lemanea fluviatilis, verbreitet.

2. Familie. **Helminthocladiaceae.** Thallus fadenförmig, verzweigt; Cystocarpien dem Thallus aufsitzend. Süßwasser- und Meeresbewohner.

Batrachospermum. Fäden mit kugeligen Astwirteln. *B. moniliforme* (Abb. 79, Fig. 1—3) verbreitet im süßen Wasser. Jugendstadien und unter ungünstigen Beleuchtungsverhältnissen lebende Thallome von *Batrachospermum*, gleichwie die von *Lemanea*, sehen *Chantransia* ähnlich und wurden irrtümlich als Arten dieser Gattung beschrieben. — *Chantransia*,

[5]) Vgl. Ishikawa M., Cytol. Stud. on *Porphyra tenera*. Bot. Mag. Tokyo, vol. XXXV., 1821.

Abb. 79. *Florideae* (mit Ausnahme von Fig. 7). — Fig. 1—3. *Batrachospermum moniliforme.* Fig. 1 Thallusstück, etwas vergr.; Fig. 2 Karpogon mit Trichogyn *tr*, stark vergr.; Fig. 3 Ast mit Antheridien *a*, stark vergr. — Fig. 4. *Antithamnion americanum*; nat. Gr. — Fig. 5. Tetrasporangium von *Callithamnion corymbosum*; 250fach vergr. — Fig. 6. *Gigartina mamillosa*; nat. Gr. — Fig. 7. *Porphyra leucosticta*; nat. Gr. — Fig. 8. *Nitophyllum punctatum*; nat. Gr. — Fig. 9. *Chondrus crispus*; nat. Gr. — Fig. 10. *Delesseria sanguinea*; nat. Gr. — Fig. 11. *Gelidium corneum*; nat. Gr. — Fig. 12. *Ceramium*; nat. Gr. — Fig. 13. Ast davon; vergr. — Fig. 14. *Chrysymenia Uvaria*; nat. Gr. — Fig. 15. *Microcladia borealis*; nat. Gr. — Fig. 16. *Polyzonia elegans*; nat. Gr. — Fig. 17. Stück davon vergr. — Fig. 18. *Lomentaria articulata*; nat. Gr. — Fig. 1—3 nach Sirodot; Fig. 5 nach Hauck; Fig. 4, 6—18 Original.

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
tr
a

unregelmäßig verzweigt; *Ch. corymbifera.* — Ob die *Ch.*-Arten mit Tetrasporen hieher gehören, erscheint fraglich[6]). — *Nemalion*, marin (Abb. 75).

3. Familie. **Chaetangiaceae.** Thallus stielrund oder abgeflacht, verzweigt; Cystocarpien dem Thallus eingesenkt. Meeresbewohner.

Bei dieser und der folgenden Familie müssen weitere Untersuchungen erst zeigen, ob haplobiontische und haplodiplobiontische Formen in derselben Familie vorkommen oder ob trotz des Vorkommens von Tetrasporen alle Arten haplobiontisch sind oder ob endlich eine vollkommen neue systematische Gruppierung Platz greifen muß.

Chaetangium, *Galaxaura*, *Scinaia* (letztere sicher haplobiontisch) (Abb. 76).

4. Familie. **Gelidiaceae.** Thallus stielrund oder flach, verzweigt. Cystocarpien Anschwellungen an den Verzweigungen des Thallus bildend. Meeresbewohner.

Gelidium-Arten (z. B. *G. corneum*, Abb. 79, Fig. 11; *G. cartilagineum*) liefern Agar (Gelatine für bakteriologische Zwecke, Nahrungsmittel).

2. Ordnung. *Gigartinales.*

Tetrasporen. Befruchtung und Sporenbildung nach Typus II. Nach Verbindung der aus der befruchteten Karpogonzelle hervorgegangenen Zellen mit den Auxiliarzellen entstehen lange sporogene Fäden, welche im Gewebe des Thallus Karposporenhaufen bilden.

5. Familie. **Acrotylaceae.** — 6. Familie. **Wrangeliaceae.**

7. Familie. **Gigartinaceae.** Thallus stielrund oder flach, vielfach fleischig, gabelig oder fiederig, zumeist in einer Ebene verzweigt. Cystocarpien dem Thallus eingesenkt, welcher an den betreffenden Stellen oft warzenartig aufgetrieben ist. Meeresbewohner.

Chondrus crispus (Abb. 79, Fig. 9) vorherrschend in nördlichen Meeren, liefert das Carrageen (Irländisches Moos, Perlmoos, Knorpeltang), welches medizinisch verwendet wird und auch eine technisch verwertbare Gallerte liefert. — *Gigartina mamillosa* (Abb. 79, Fig. 6) von gleicher Verbreitung und Verwendung wie vorige. — *Gymnogongrus*, *Calophyllis*.

8. Familie. **Rhodophyllidaceae.** Der vorigen Familie ähnlich. Meeresbewohner.

Catenella Opuntia, sehr verbreitet. — *Eucheuma spinosum* des Indischen Ozeans liefert Agar.

3. Ordnung. *Rhodymeniales.*

Tetrasporen. Befruchtung und Sporenbildung nach Typus II. Auxiliarzellen werden erst nach Befruchtung des Karpogons gebildet. Die sporogenen Zellen bilden häufig im Innern des Cystocarps ein eigenartiges Gewebe, den „Fruchtkern". Die aus der Auxiliarzelle hervorgegangene Fußzelle verschmilzt häufig mit benachbarten Zellen zu großen vielkernigen Fusionszellen, welche ernährungsphysiologische Aufgaben zu haben scheinen.

---

[6]) Vgl. über *Ch.* und *Ch.*-ähnliche Formen: Brand F. in Hedwigia, 44. Bd., 1909. — Bornet E. in Bull. soc. bot. de France, t. 51, 1904. — Kolderup-Rosenvinge L., The mar. Alg. of Denm., 1909.

9. Familie. ***Sphaerococcaceae.*** Thallus stielrund oder flach, gabelig geteilt oder seitlich verzweigt, häufig gallertig. „Fruchtkern" deutlich. Meeresbewohner, besonders in den australischen Meeren.

Gracilaria lichenoides der indisch-chinesischen Gewässer liefert Agar. — *Hypnea, Sphaerococcus.*

10. Familie. ***Rhodymeniaceae.*** Der vorigen Familie ähnlich. „Fruchtkern" fehlt.

Verbreitet: *Rhodymenia palmata, Chrysymenia ventricosa, Ch. Uvaria* (Abb. 79, Fig. 14), *Lomentaria articulata* (Abb. 79, Fig. 18), *Plocamium coccineum* u. a.

4. Ordnung. *Ceramiales.*

Tetrasporen. Befruchtung und Sporenbildung nach Typus II. Die die Verbindung zwischen den befruchteten Eizellen und der Auxiliarzelle herstellenden Fäden ganz kurz. Vorherrschend Zentralfadentypus.

11. Familie. ***Delesseriaceae.*** Der vorigen Familie ähnlich. „Fruchtkern" aber mit einer am Scheitel durchbohrten Hülle; Thallus häufig flächenförmig verbreitert. Meeresbewohner, besonders in wärmeren Meeren.

Artenreiche Gattungen: *Nitophyllum* (*N. punctatum*, Abb. 79, Fig. 8), *Delesseria* (*D. sanguinea*, Abb. 79, Fig. 10).

12. Familie. ***Bonnemaisoniaceae.***

13. Familie. ***Rhodomelaceae.*** Cystocarp dem Thallus außen mit einem Stiele aufsitzend, von einem Gehäuse umgeben. Thallus stielrund, flach oder fadenförmig, meist reich verzweigt. Meeresbewohner.

Artenreiche Gattungen: *Chondria* (*Ch. tenuissima* in Meeren wärmerer Gebiete), *Polysiphonia* (vgl. Abb. 72, Fig. 1 u. 2, z. B. *P. violacea* im Atlantischen Ozean und Mittelmeer sehr verbreitet, *P. variegata, P. urceolata*), *Bostrychia*, auch im Brackwasser; *Odonthalia, Heterosiphonia, Dasya* (z. B. *D. elegans*).

14. Familie. ***Ceramiaceae.*** Der vorigen Familie ähnlich; Cystocarp nackt oder von Hüllzweigen umgeben. Meeresbewohner.

Artenreiche oder verbreitete Gattungen: *Lejolisia* (*L. mediterranea* im Mittelmeer), *Ptilothamnion* (*P. pluma* in den europäischen Meeren), *Griffithsia* (*G. corallina* im Atlantischen Ozean), *Callithamnion* (Abb. 79, Fig. 5) (*C. roseum, corymbosum* u. a.), *Plumaria* (*P. elegans* im Atlantischen Ozean), *Ptilota* (*P. plumosa* im Atlantischen Ozean), *Antithamnion* (Abb. 79, Fig. 4) (z. B. *A. cruciatum* im Atlantischen Ozean und Mittelmeer), *Ceramium* (Abb. 79, Fig. 12 u. 13) (z. B. *C. rubrum* sehr verbreitet).

5. Ordnung. *Cryptonemiales.*

Tetrasporen. Befruchtung und Sporenbildung nach Typus III.

16. Familie. ***Gloiopeltidaceae.***

Gloiopeltis tenax (China, Japan) wird in China zur Bereitung eines zähen Leimes verwendet, mehrere Arten in Japan als Nahrungsmittel.

17. Familie. ***Grateloupiaceae.***

Halymenia, Grateloupia.

18. Familie. ***Dumontiaceae.***

Dumontia, Dudresnaya (Abb. 78).

19. Familie. **Nemastomataceae.**

Schizymenia, Nemastoma.

20. Familie. **Rhizophyllidaceae.** Cystocarpien zu mehreren in verdickten Thallusabschnitten vereinigt.

Chondrococcus, Rhizophyllis (*R. Squamaria* im Mittelmeer).

21. Familie. **Squamariaceae.** Thallus blatt- oder krustenartig.

Peyssonnelia Squamaria im Mittelmeer.

22. Familie. **Corallinaceae.** Thallus fadenförmig oder keulenförmig und verzweigt oder blattartig oder krustenförmig, fast immer in höherem oder

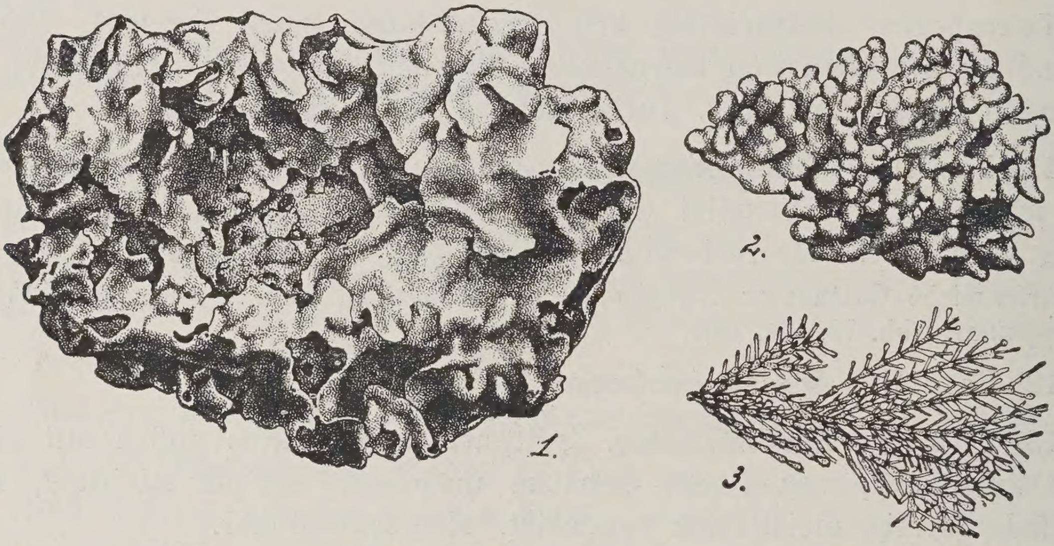


Abb. 80. *Corallinaceae.* — Fig. 1. *Lithophyllum expansum* var. *agariciforme.* — Fig. 2. *Lithothamnion crassum.* — Fig. 3. *Corallina officinalis.* — Nat. Gr. — Original.

geringerem Maße verkalkt und darum oft korallenartig. Tetrasporangien, Antheridien und Karposporen in Konzeptakeln. Meeresbewohner.

Lithothamnion. Thallus festsitzend, höckerig oder korallenartig mit dicken Ästen (z. B. *L. fasciculatum* im Mittelmeer und im Atlantischen Ozean, *L. glaciale* im nördlichen Eismeere u. a.) (Abb. 80, Fig. 2). — *Lithophyllum.* Thallus flach, verbogen und gelappt (z. B. *L. lichenoides* im Atlantischen Ozean, *L. expansum* im Mittelmeer) (Abb. 80, Fig. 1); gleichwie die vorige Gattung Kalkriffe bildend. — *Corallina.* Thallus verzweigt und gegliedert: *C. officinalis* (Abb. 80, Fig. 3) und *C. mediterranea* im Atlantischen Ozean und Mittelmeer; *C. rubens* im Mittelmeer; alle ehedem offizinell. — *Melobesia.* Krustenförmig, oft auf perennierenden Teilen von Algen, Muscheln u. dgl. — *Amphiroa.*

Die rote Krusten bildende Gattung *Hildenbrandia* (*H. prototypus*, verbreitet im nördlichen Atlantischen Ozean, *H. rivularis* in Gebirgsbächen Europas) ist unvollständig bekannt und bezüglich ihrer systematischen Zugehörigkeit ganz zweifelhaft.

VI. Stamm. Euthallophyta.

Einzellig, Cönobien bildend oder vielzellig. Zelle stets mit Differenzierung in Membran, Cytoplasma und Kern. Die selbständig assimilierenden Formen mit an Chromatophoren gebundenem Chlorophyll. Geschlechtliche Fortpflanzung vorhanden oder fehlend.

Der Stamm der Euthallophyten zerfällt in zwei durch die Ernährungsart wesentlich verschiedene Klassen, in eine Reihe von Formen mit gefärbten Chromatophoren und infolgedessen mit der Fähigkeit der Kohlensäureassimilation (1. Klasse *Chlorophyceae*) und in eine Reihe ohne Kohlensäureassimilation und ohne gefärbte Chromatophoren (2. Klasse *Fungi*). Die Verschiedenheit in der Ernährung geht Hand in Hand mit einer so großen Anzahl morphologischer Unterschiede, daß eine Abgrenzung der zwei Klassen im allgemeinen nicht schwer fällt; diese Unterschiede sind so groß, daß die Beziehungen der beiden Klassen zueinander vielfach schwerer aufzudecken als die Verschiedenheiten zu konstatieren sind. Zweifellos ist die Klasse der *Chlorophyceae* die relativ ursprünglichere; die Klasse der *Fungi* umfaßt abgeleitete Formen.

1. Klasse. Chlorophyceae. Grünalgen[1]).

(Algen im engeren Sinne.)

Einzellig, dabei einzeln lebend oder in Cönobien, oder vielzellig; im letzteren Falle häufig mit morphologischen Unterschieden zwischen Basis und Spitze. Jede als Zelle erscheinende Einheit enthält 1—∞ Zellkerne. Im Plasma finden sich distinkte, verschieden geformte, meist plattenförmige oder rundliche Chromatophoren, die durch Chlorophyll grün gefärbt sind;

[1]) Rabenhorst L., Flora Europaea Algarum, Leipzig 1864—1868. — Kützing F. T., Phycologia generalis, Leipzig 1843; Species Algarum, Leipzig 1849; Tabulae phycologicae, I—XX, 1845—1870. — Naegeli C., Gattungen einzelliger Algen, Zürich 1849. — Pringsheim N., Beitr. zur Morphol. u. Systemat. der Algen (Jahrb. f. wissensch. Bot., 1850—60). — Wood H., Contrib. to the hist. of Fresh.-Water Alg. 1872. — Kirchner O., Kryptogamen-Flora von Sachsen, II. Bd., 1. Hälfte, 1878. — Hansgirg A., Prodr. e. Alg. Fl. v. Böhmen. 2 Bde. 1886—1892. — Wolle Fr., Fresh-Water Algae of Un. States, 2 Bde. 1887. — De Toni G. B., Sylloge Algarum, I—V, 1889—1907. — Wille N. in Engler u. Prantl, Natürl. Pflanzenfam., I. T., 2. Abt., 1890—1891; Nachträge hiezu 1911; Studien über Chlorophyc., I—VII. Vidensk. Skrift., I., 1900, VIII bis XIV. Nyt. Magaz., 41., 1903. — Wildeman E. de, Flore d. Alg. d. Belg. 1896. — Bohlin K., Utkast till de gröna alg.

daneben läßt sich ein gelber, in die Gruppe der Karotine gehörender Farbstoff (Xanthophyll) nachweisen. In dieselbe Gruppe gehört das rote, häufig an Fett gebundene Haematochrom, das manchmal auffallende Färbungen (*Haematococcus, Trentepohlia,* „Augenflecke" vieler Zoosporen etc.) hervorruft. Häufige Organe der Zellen sind Pyrenoide, die mit der Stärkebildung im Zusammenhange stehen. Die Zellmembran besteht aus Zellulose, ist in der Regel ringsum geschlossen, zeigt oft Tendenz zur Gallertbildung und ist nicht selten mit kohlensaurem Kalke inkrustiert (*Characeae, Dasycladaceae* etc.). Vegetative Fortpflanzung, bzw. Vermehrung, findet in mannigfacher Weise statt: durch einfache Teilung bei einzelligen Formen, durch Fragmentation der Cönobien und nachfolgende Vermehrung der losgelösten Zellen oder Zellgruppen, durch Umwandlung einzelner Zellen in meist dickwandige Fortpflanzungsorgane (Akineten), durch aus dem Zellinnern freiwerdende Protoplasten, die sich, ohne Bewegung erlangt zu haben, mit neuer Membran umgeben (Aplanosporen), endlich und insbesondere durch anfangs membranlose Schwärmsporen (Zoosporen), welche in Ein- oder Mehrzahl aus dem Inhalte einer Zelle (Zoosporangium) gebildet werden und sich mit Cilien (1—∞) frei im Wasser bewegen. Aus der zur Ruhe gekommenen Zoospore wird entweder sofort ein neues Individuum (bzw. Cönobium) oder zunächst eine Dauerspore. Geschlechtliche Fortpflanzung kommt in allen Abstufungen von der Gameten-Kopulation bis zur Eibefruchtung vor. In den einfachsten Fällen findet Kopulation morphologisch gleicher, den Zoosporen ähnlicher Gameten (Iso- oder Homogameten) statt; dieselben bilden entweder eine bewegliche Zygozoospore oder gehen sofort in eine ruhende Zygospore oder Zygote über. Dem einfachsten Fall der Eibefruchtung nähert sich die Kopulation größerer weiblicher mit kleineren männlichen Gameten (Heterogameten) (bei *Bryopsis, Codium* u. a.) Am häufigsten wird bei der Eibefruchtung eine ruhende, im Oogonium eingeschlossene Eizelle (mehrere Eizellen in einem Oogonium bei *Sphaeroplaea*) durch bewegliche in Antheridien ausgebildete Spermatozoiden befruchtet. Das Resultat der Befruchtung ist die Oospore. Oosporen haben vielfach den

---

och arkeg. fylog. Upsala 1901. — Blackmann F. F. a. Tansley A. G., A revis. of the classific. of the green Algae. New Phytolog., I., 1902. — Chodat R., Algues vertes d. l. Suisse, 1902. — Ernst A., Siphoneen-Studien. I., Beih. bot. Zentralbl., XIII., 1902; II., a. a. O., XVI., 1904; III., a. a. O., XVI., 1904. — West G. S., A Treat. on the Brit. Alg. 1904. — Oltmanns F., Morphol. u. Biolog. d. Algen. I., 1904, II., 1905; zweite Auflage, I., 1922 (hier nicht mehr berücksichtigt); Algen in Handwörterbuch d. Naturw., I., 1912. — Lotsy J. P., Vortr. üb. bot. Stammesgesch., 1907. — Migula W., Krypt.-Flora v. Deutschl. etc., Bd. II., 1907. — Collins L. S., Green Alg. of N. Am. Tufts. Coll. Stud., vol. II., 1909. — Coupin H., Les alg. du globe. Tom. I., Paris 1912. — Chodat R., Monogr. d'Alg. en cult. pure. Bern 1913. — Brunnthaler J., Die syst. Glied. d. Protoc. Verh. z. b. Ges. Wien, LXIII. Bd., 1913. — Pascher A., Süßwasserflora, Heft 5 u. 6, 1914 u. 1915. — Neuenstein H., Üb. d. Bau d. Zellkerns b. d. Alg. u. seine Bed. f. ihre Syst. Arch. f. Zellforsch., XIII. Bd., 1914. — West G. S., *Algae.* Vol. I. Cambridge 1916. — Tilden S. T., Index Algarum univ. Univ. Card-index. Minneapolis, 1916. — Smith G. M., Cyt. Stud. in the *Protoc.* I.—III. Ann. of Bot. XXX. u. XXXI., 1916 u. 1918; A. Monogr. of the gen. *Scenedesmus.* Transact. Wisconsin Akad. 1916.

Charakter resistenzfähiger Dauersporen. In einzelnen Fällen (bei *Coleochaete*) kommt es zur Ausbildung von das Oogonium umhüllenden Zellen. Umbildung der Eizellen zu Oosporen ohne Befruchtung (Parthenogenese) kommt vor. Aus den Oosporen wird entweder sogleich wieder ein vegetatives Stadium oder es entstehen zunächst Zoosporen. Als Reservestoff findet sich in Zygoten und Oosporen, sowie in vegetativen Zellen vorherrschend Amylum.

Bei keiner Chlorophycee ist bisher ein antithetischer Generationswechsel gefunden worden. In allen daraufhin untersuchten Fällen konnte festgestellt werden, daß unmittelbar auf die Zygoten-, respektive Oosporenbildung die Reduktionsteilung folgt[2]). Alle Chlorophyceen sind demnach Haplobionten. Der so häufig vorkommende Wechsel von vegetativer und sexueller Fortpflanzung spielt sich in der Haplophase ab, ist daher homologer Generationswechsel.

Die meisten Chlorophyceen leben dauernd im Wasser, wenige außerhalb des Wassers an feuchten Orten (z. B. *Trentepohlia*), doch haben manche Formen die Fähigkeit, längere Zeit außerhalb des Wassers lebensfähig zu bleiben (z. B. *Pleurococcus*, besonders Dauersporen). Nicht wenige Chlorophyceen leben epiphytisch auf Wasserpflanzen oder auf der Oberfläche von Tieren, manche im Innern pflanzlicher Gewebe (*Chlorochytrium, Endosphaera, Endoderma, Chaetosiphonia* u. a.), oder im Innern von Gehäusen und Schalen wasserbewohnender Tiere (*Gomontia, Tellamia, Gongrosira* u. a.). Mit Rücksicht auf die Beziehungen der Pilze zu den Chlorophyceen sind von besonderem Interesse Formen, welche morphologisch zweifellose Chlorophyceen sind, sich aber ganz an die saprophytische oder parasitäre Lebensweise angepaßt haben (parasitisch z. B. *Phyllobium dimorphum* auf *Lysimachia*, *Phyllosiphon Arisari* auf *Arisarum*, *Rhodochytrium* auf *Spilanthes* u. a.).

Was die eventuellen genetischen Beziehungen der Euthallophyten zu anderen Organismengruppen anbelangt, so sind Beziehungen zu den Myxophyten, Schizophyten, Zygophyten, Phaeophyten und Rhodophyten nicht nachweisbar; ebensowenig läßt sich Sicheres über Beziehungen zwischen den Euthallophyten und dem weiterhin zu behandelnden Stamme der Cormophyten angeben, wenn auch die Annahme diskutabel erscheint, daß die Chlorophyceen den Typus der Vorläufer der Cormophyten repräsentieren. Ungezwungen lassen sich die Chlorophyceen auf Flagellaten zurückführen. Speziell die einfachsten *Volvocales* (*Chlamydomonadaceae*) stehen den Flagellaten so nahe, daß es mehr eine Frage systematischer Zweckmäßigkeit ist, ob man sie zu diesen oder zu den Chlorophyceen stellen will. Auch der Flagellatenbau der Zoosporen der meisten Chlorophyceen spricht deutlich für die Herkunft derselben von flagellaten-ähnlichen Organismen.

Es ist nicht möglich, sämtliche Chlorophyceen als Glieder einer Entwicklungsreihe anzusehen, es scheinen vielmehr Endglieder verschiedener Entwicklungsreihen vorzuliegen.

Drei Hauptentwicklungsrichtungen lassen sich innerhalb der Chlorophyceen nachweisen. Die erste, zweifellos den primären Zustand noch am ehesten repräsentierende Gruppe ist die der *Volvocales* mit beweglichen vegetativen Stadien; sie schließt mit den einfachsten Formen, wie schon erwähnt, an die Flagellaten an und findet ihren Abschluß

[2]) Vgl. Allen Ch., Die Keimung der Zygote v. *Coleochaete*. Ber. d. deutsch. bot. Ges., 23. Bd., 1905. — Oehlkers F., Beitr. z. Kenntn. d. Kernth. bei *Chara*. A. a. O., 34. Bd., 1916. — Zimmermann W., Entwicklungsgesch. u. Zytol. v. *Volvox*. Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 60, 1921.

in hochorganisierten Formen mit sexueller Fortpflanzung (*Volvox*). Von dieser Entwicklungsreihe dürften schon früh zwei andere Reihen abgezweigt haben, in denen es auf verschiedenem Wege zur Vielzelligkeit kam. In der einen Reihe, der der *Ulotrichales*, kam es durch succedane vegetative Zellteilungen in Verbindung mit sofortigem Selbständigwerden der neuen Zellen zunächst zur Cönobienbildung und fernerhin zu vielzelligen Formen mit einkernigen Zellen; wir sehen vielzellige Formen mit deutlich differenzierten Sexualorganen (*Coleochaetaceae*) als die Endglieder dieser Entwicklungsreihe. In einer zweiten Reihe kam es zunächst durch längeres Verbleiben der Teilungsprodukte in der Mutterzelle zu einer Cönobienbildung, dann durch Unterbleiben der selbständigen Ausgestaltung der Teilungsprodukte zur Entstehung von eigentümlichen „vielkernigen Zellen" (Cöloblasten), die für viele *Siphonales* höchst charakteristisch sind. Diese Annahme führt zu der auch sonst natürlich erscheinenden Auffassung der Cöloblasten als vielzelliger Pflanzen, deren Einzelzellen (Energiden) nicht durch Membranen von einander getrennt sind.

Übergangsglieder zwischen dem Typus der *Volvocales* mit einzelligen beweglichen vegetativen Stadien und den vielzelligen Formen mit unbeweglichen vegetativen Zellen bilden zum Teil die unter dem Namen der *Protococcales* zusammengefaßten Familien. Die *Siphonocladales* vermitteln den Übergang von den *Siphonales* zu den stark abgeleiteten *Charales*.

Sichergestellte fossile Reste von Chlorophyceen, welche das System der lebenden Formen wesentlich ergänzen würden, sind bisher nicht bekannt geworden. Am interessantesten ist eine Anzahl fossiler Dasycladaceen, von denen einige auf Seite 168 abgebildet sind; fossile Characeen sind schon aus Juraablagerungen bekannt geworden.

Das System der Clorophyceen ist nach dem Gesagten von einem Abschlusse noch weit entfernt. Wir erhalten den Eindruck, daß wir in den im Nachstehenden angeführten Ordnungen vielfach Formen von analoger entwicklungsgeschichtlicher Höhe zusammenfassen. Die folgende Aufzählung schließt sich dem System von Wille mit einigen Abänderungen an.

Als eine eigene, von den Chlorophyceen verschiedene Organismengruppe wurde in neuerer Zeit vielfach die der **Heterocontae**[3]) aufgefaßt (gelbgrüne Chromatophoren, Zoosporen mit ungleichen Geißeln, Zweiteiligkeit der Membran, fettes Öl als Assimilationsprodukt). Ohne die systematische Bedeutung dieser Merkmale leugnen zu wollen, kann man doch ein definitives Urteil über Stellung und Umfang dieser Organismengruppe noch nicht abgeben. Von den im folgenden genannten Algen werden zu den *H.* gestellt: *Botryococcaceae*, *Halosphaera*, *Botrydiopsis*, *Chlorothecium*, *Ophiocytium*, *Tribonema*, *Botrydium*.

1. Ordnung. ***Volvocales***[4]).

Vegetative Zustände (Einzelindividuen oder ganze Cönobien) durch Cilien frei beweglich. Einzelne Zellen oder durch eine gemeinsame Hülle verbundene einzellige Individuen. Vegetative Vermehrung durch Teilung der Zelle und Freiwerden der Teilprodukte oder durch Teilung einzelner Zellen

---

[3]) Vgl. Bohlin K., Zur Morphol. u. Biol. einzellig. Alg. Ofvers. af kgl. Svensk Vet. Akad. Förh.. 1897, Nr. 9. — Luther, Bih. ill. kgl. Svensk Vet. Akad. Handl., XXIV., Afd. III., Nr. 13, 1899. — Pascher A., Zur Gliederung der Heterokonten. Hedwigia, Bd. LIII, 1912; Üb. Flag. u. Algen. Ber. d. deutsch. bot. Ges., 32. Bd., 1914; Üb. die Übereinst. zw. Diat., Heterok. u. Chrysomon. a. a. O., 39. Bd., 1921.

[4]) Vgl. die Literaturzusammenstellung in Wille, Nachtr. zu d. Natürl. Pflanzenfam. S. 15, ferner: Janet C., Le *Volvox*. Limoges 1912. — Korschikoff A., *Spermatozopsis exsultans* nov. g. et sp. Ber. d. deutsch. bot. Ges., XXXI., 1913. — Artari A., Zur Physiologie der Chlamydomonaden. Jahrb. f. wiss. Bot., LII u. LIII,, 1913 und 1914. — Spargo M. W., The gen. *Chlamydomonas*. Washington 1913. — Desroche P., Observ. morph. s. l. Volv. Ass. franc. Sc. Sess. d. Tunis 1913. — Hartmann M., Unters. üb. d. Morph. u. Phys. d. Phytomonadinen. Arch. f. Protistenk., Bd. 39 u. 43, 1918 u. 1921; Sitz. Akad. Berl., 1917. — Shaw W. R., *Besseyosphaera*. Bot. Gaz. Vol., LXI, 1916; *Campbellosphaera*. Philipp. Journ. of Sc. 1919.

des Cönobiums und Vereinigung der Tochterzellen zu neuen Cönobien. Geschlechtliche Fortpflanzung durch Gametenkopulation oder Eibefruchtung. Zumeist Süßwasserbewohner, nur wenige Formen Bewohner des brackischen und des Meereswassers.

1. Familie. ***Polyblepharidaceae.*** Individuen einzellig, nicht in Cönobien lebend, ohne feste Zellmembran.

Polyblepharis, *Pyramimonas* in Süßwasser, *Dunaliella* in Salinen.

2. Familie. ***Chlamydomonadaceae.*** (Abb. 81.) Individuen einzellig, nicht in Cönobien lebend. Zoosporen (2—8 in jeder Zelle), gelegentlich Teilung des Zellinhaltes in unbewegliche Tochterzellen („Palmella-Stadien"), Gametenkopulation. Freiwerdende Palmellen, Zygoten, auch gelegentlich ganze vegetative Individuen nehmen den Charakter dickwandiger Dauersporen an.

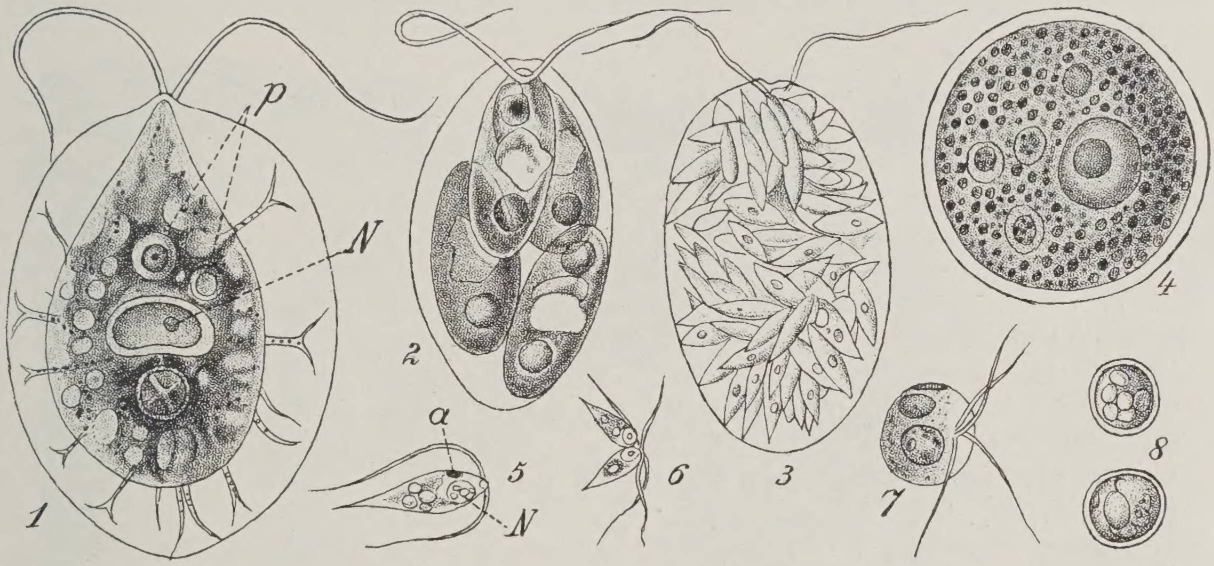


Abb. 81. *Chlamydomonadaceae.* — Fig. 1—8. *Haematococcus droebakensis*; Fig. 1 vegetatives Individuum; Fig. 2 Teilungsvorgang; Fig. 3 Gametenbildung; Fig. 4 Dauerstadium; Fig. 5 Gamete; Fig. 6 Gametenkopulation; Fig. 7 Kopulationsprodukt; Fig. 8 Zygoten. — *N* Kern, *a* „Augenfleck", *p* Pyrenoide. — Alle Figuren stark vergr. — Nach Wollenweber.

Haematococcus (Abb. 81, Fig. 1—8). Im ruhenden Zustande ist der Zellinhalt durch Hämatochrom rot gefärbt. *H. pluvialis* in kleinen Wasseransammlungen, den Boden derselben oft rot färbend. — *Chlamydomonas nivalis* auf Schneefeldern, „roter Schnee". — Beachtenswert sind farblose, heterotrophe Formen, so *Polytoma*, *Tetrablepharis*.

3. Familie. ***Phacotaceae.*** Von voriger Familie verschieden durch die aus zwei Schalen bestehende Wand.

Phacotus, *Pteromonas*. — Heterotrophe Nebenform *Chlamydoblepharis*.

4. Familie. ***Volvocaceae.*** (Abb. 82 u. 83.) Individuen zu bestimmt geformten Cönobien vereinigt. Vegetative Fortpflanzung durch Teilung von Individuen; die Tochterindividuen vereinigen sich schon in der Mutterzelle zu einem neuen Cönobium; Gametenkopulation und Eibefruchtung mit Eizellen und Spermatozoiden.

Gonium pectorale (Abb. 82, Fig. 1 u. 2), kleine, aus 4—16 Zellen bestehende Tafeln bildend, Gametenkopulation; im Süßwasser sehr häufig. — *Stephanosphaera pluvialis*, achtzellige Cönobien in kugelförmigen Hüllen, Gametenkopulation; Zellen in einer Ebene;

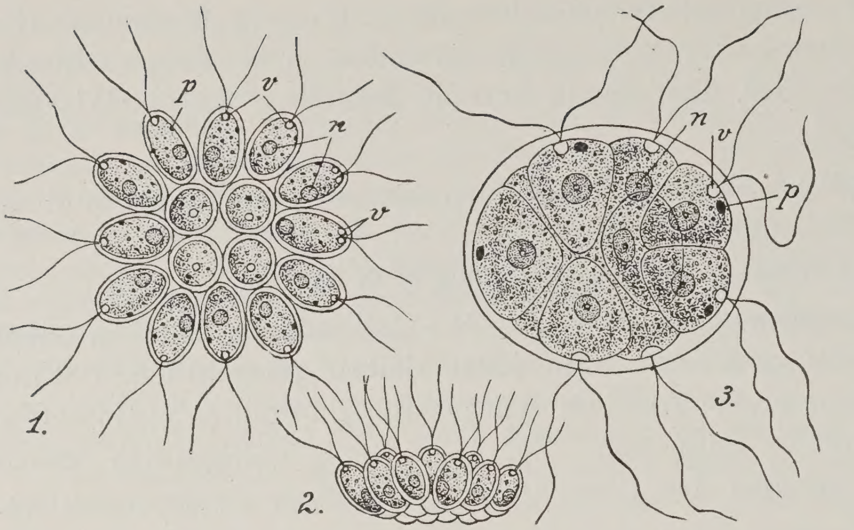


Abb. 82. *Volvocaceae.* — Fig. 1 u. 2. *Gonium pectorale.* Fig. 1 Cönobium von oben, Fig. 2 von der Seite gesehen; 350fach vergr. — Fig. 3. *Pandorina morum,* 16zelliges Cönobium; 480fach vergr. — *n* Nucleus, *v* Vakuole, *p* Pigmentfleck. — Fig. 1 u. 2 nach Stein, 3 nach Pringsheim.

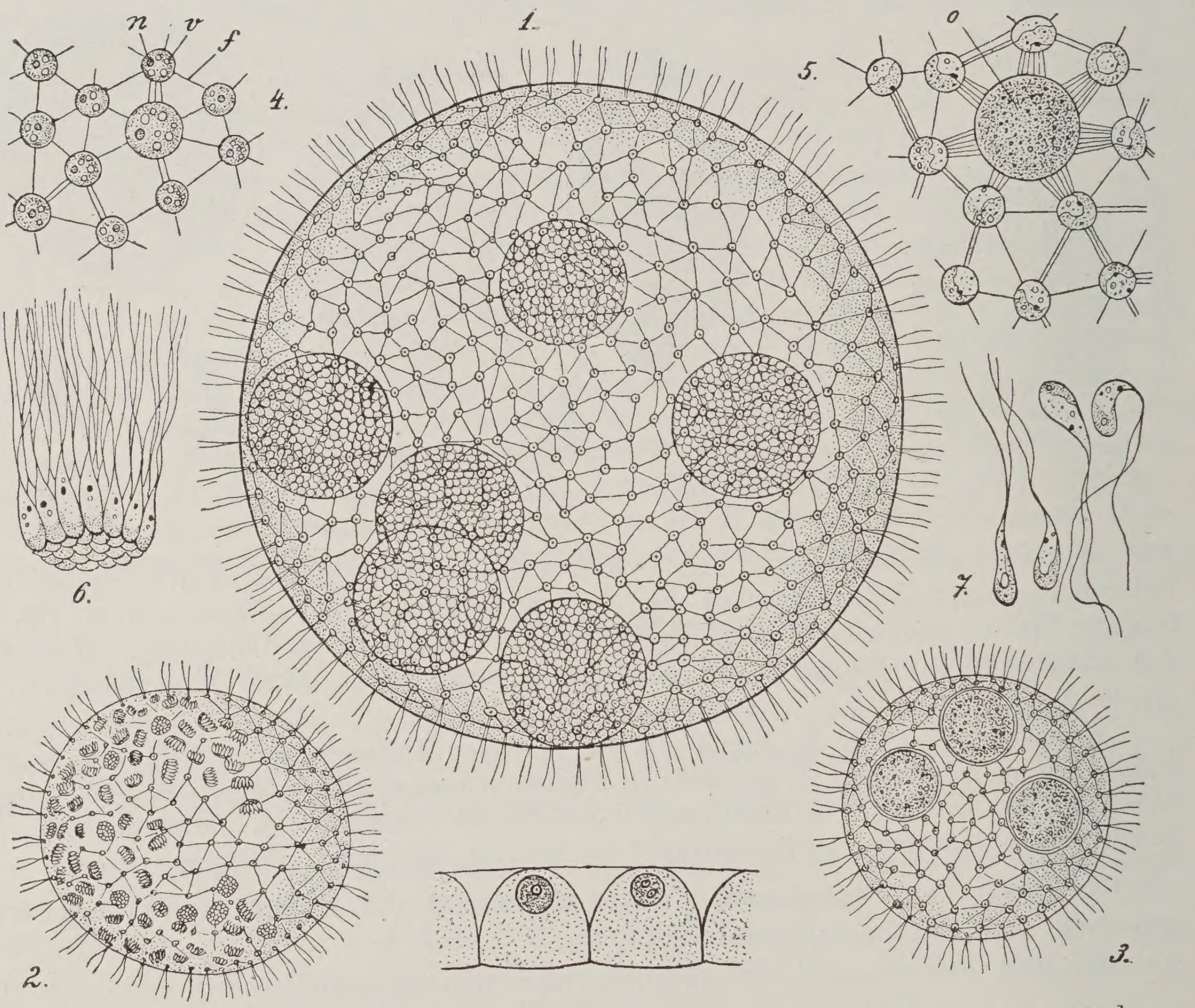


Abb. 83. *Volvocaceae.* — Fig. 1—7. *Volvox aureus.* Fig. 1 Cönobium mit veget. entstandenen Tochterkolonien, 100fach vergr.; Fig. 2 männliches Cönobium mit Spermatozoiden, 180fach vergr.; Fig. 3 weibliches Cönobium mit 3 Oosporen, 180fach vergr.; Fig. 4 Stück aus einem Cönobium mit einer durch die Größe auffallenden Spermatozoidenmutterzelle, 600fach vergr.; Fig. 5 Stück eines Cönobiums mit junger Eizelle (*o*), 600fach vergr.; Fig. 6 Spermatozoidenbündel, 680fach vergr.; Fig. 7 Spermatozoiden, 800fach vergr. — Fig. 8. Querschnitt durch den peripheren Teil eines Cönobiums von *Volvox tertius* mit 2 von Gallerte umhüllten Zellen; stark vergr. — *v* Vakuole, *n* Nucleus, *f* Verbindungsfäden. — Fig. 1—7 nach Klein, 8 nach A. Meyer.

in Regenpfützen häufig. — *Pandorina morum* (Abb. 82, Fig. 3), 16- bis 32zellige kugelige Cönobien, Zellen allseitig, Gametenkopulation; im Süßwasser verbreitet. — *Eudorina elegans*, Cönobien bis 32zellig, Zellen allseitig, Eibefruchtung; Süßwasser. — *Volvox* (Abb. 83, Fig. 1—8), mit vielzelligen Cönobien (120—22.000 Zellen), deren Zellen meist durch Plasmafäden miteinander verbunden sind; der Bau der Cönobien nähert sich stark dem eines vielzelligen Individuums. Eibefruchtung. Häufige und oft massenhaft auftretende Arten des süßen Wassers: *V. globator* mit eckigen, durch derbe Stränge miteinander verbundenen Zellen, *V. aureus* mit kugeligen, durch sehr feine Fäden miteinander verbundenen Zellen. — *Besseyosphaera*, *Campbellosphaera*. — Farblose heterotrophe Form: *Scyamina*.

2. Ordnung. ***Protococcales.***

Vegetative Zustände nicht frei beweglich. Einzellig und einzeln lebend oder zu unregelmäßig oder bestimmt geformten Cönobien verbunden. Bei Familie 1 bis einschließlich 7 finden sich Zoosporen (*Zoosporineae* als Unterordnung), bei Familie 8 und 9 fehlen dieselben (*Autosporineae*).

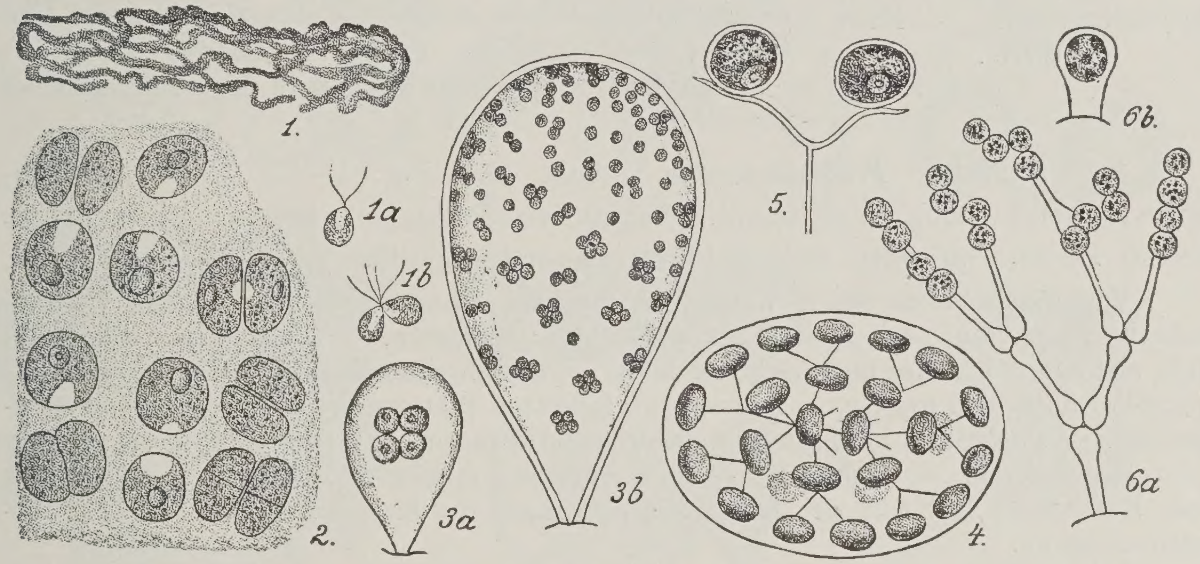


Abb. 84. *Tetrasporaceae* (1—5) und *Botryococcaceae* (6). — Fig. 1 u. 2. *Tetraspora lubrica.* Fig. 1 Cönobien in nat. Gr.; 1 *a* Zoospore; 1 *b* Gameten, kopulierend; Fig. 2 Stück des Cönobiums; 700fach vergr. — Fig. 3. *Apiocystis Brauniana*, 3 *a* junges, 3 *b* altes Cönobium; 100fach vergr. — Fig. 4. *Dictyosphaerium Ehrenbergianum*, Cönobium; 400fach vergr. — Fig. 5. Zwei Zellen desselben; stärker vergr. — Fig. 6. *Mischococcus confervicola*, 6 *a* Cönobium, 6 *b* Einzelindividuum. — Fig. 1 Original, 1 *a*, 1 *b* u. 2 nach Reinke, 3 *b* u. 4 nach Cooke, 3 *a*, 5 u. 6 nach Wille.

1. Familie. ***Tetrasporaceae.*** (Abb. 84, Fig. 1—5.) Einzellig oder durch wiederholte Teilungen Cönobien bildend, in Gallerthüllen eingeschlossen oder an Gallertstielen sitzend. Häufig mit Pseudocilien, d. s. Plasmafäden, welche durch die Gallerte gestreckt werden, aber keine Bewegungsorgane darstellen. Vegetative Vermehrung durch Schwärmsporen; sexuelle Fortpflanzung durch Gametenkopulation.

Vorherrschend im süßen Wasser, an nassen Felsen u. dgl.: *Apiocystis Brauniana* sehr häufig auf anderen Algen sitzend (Abb. 84, Fig. 3); *Tetraspora lubrica*, Zellen frei, in größeren, formlosen, im älteren Zustande freischwimmenden Gallertmassen eingebettet (Abb. 84, Fig. 1 u. 2); *Dictyosphaerium Ehrenbergianum* (Abb. 84, Fig. 4 u. 5), Zellen an dünnen Fäden und in größerer Menge von rundlichen freischwimmenden Gallertmassen

umhüllt. — Die Beziehungen zu den *Volvocales*, speziell den einfacheren Formen derselben sind recht klar.

2. Familie. **Botryococcaceae.** (Abb. 84, Fig. 6.) Von voriger Familie hauptsächlich durch die plattenförmigen, gelbgrünen Chromatophoren verschieden. — Vgl. die *Heterocontae* S. 148.

Mischococcus confervicola (Abb. 84, Fig. 6) auf Algen festsitzend, *Botryococcus* verbreiteter Planktonorganismus.

Abb. 85. *Pleurococcaceae.* — *Pleurococcus viridis*; 540fach vergr. — Nach Wille.

3. Familie. **Pleurococcaceae.** (Abb. 85.) Einzellig oder durch wiederholte Teilung ballenförmige oder fadenförmige Cönobien bildend, welche nicht von Gallerthüllen umgeben sind. Vegetative Fortpflanzung durch Teilung und Aplanosporen.

An feuchten Felsen, Mauern, Baumrinden u. dgl.: *Pleurococcus viridis* verbreitet. — Die systematische Stellung der Familie, speziell von *Pl.* ist noch ungeklärt. Die Arten der genannten Gattung werden vielfach als reduzierte *Ulotrichales* aufgefaßt.

Als heterotrophe Nebenform wird *Myurococcus* hieher gestellt.

4. Familie. **Protococcaceae.** (Abb. 86, Fig. 1—7.) Einzellig, freischwimmend oder festsitzend. Vegetative Teilungen fehlen. Vermehrung durch Zoosporen oder Aplanosporen. Gametenkopulation.

Vorherrschend im süßen Wasser, an feuchten Standorten außerhalb des Wassers, manche Epiphyten, auch Parasiten und Flechtensymbionten. — *Chlorococcum humicolum* sehr verbreitete Luftalge und Flechtengonidie. — *Chlorochytrium Lemnae* in den Interzellularräumen von *Lemna trisulca.* — *Endosphaera biennis* in Blättern von *Potamogeton* und *Sparganium.* — *Phyllobium* in Blättern verschiedener Pflanzen. — *Chlorocystis* in Meeresalgen oder Meerestieren. — *Characium.* — *Rhodochytrium*, farblos und parasitisch in Blättern von Kompositen, schließt sich hier als Repräsentant der kleinen Familie der (5.) **Rhodochytriaceae** an.

Zu den *Protococcaceae* werden auch die Arten der Gattung *Halosphaera* (*H. viridis*, Abb. 86, Fig. 3, 4, 7, im Meere bis in sehr bedeutende Tiefen), dann die Gattungen *Botrydiopsis* u. *Chlorothecium* gestellt, die nach anderen zu den *Heterocontae* gehören[5]). Dasselbe gilt von der sich hier anschließenden, eine eigene kleine Familie, (6.) **Ophiocytiaceae,** bildenden Gattung *Ophiocytium* (inkl. *Sciadium*).

7. Familie. **Hydrodictyaceae.** (Abb. 87.) Cönobien bestimmte Formen bildend; dieselben entstehen nicht durch aufeinander folgende vegetative Teilungen, sondern durch das Zusammentreten gleichwertiger, in einer Mutterzelle entstandener Zellen. Vegetative Vermehrung durch Zoosporen mit 2 Cilien, welche sich innerhalb der Mutterzelle zu einem neuen Cönobium vereinigen. Sexuelle Fortpflanzung durch Kopulation freiwerdender, zweiwimperiger Gameten. Bei der Keimung der Zygosporen entstehen bei mehreren Gattungen eckige, relativ große Zellen (Polyeder), aus denen erst wieder ein Cönobium hervorgeht.

Vorherrschend Süßwasserbewohner, nur einzelne Arten im brackischen Wasser: *Pediastrum* (Abb. 87, Fig. 1—10) mit scheibenförmigen Cönobien (z. B. *P. Boryanum*, *P. simplex*, *P. integrum* u. a.). — *Hydrodictyon* (Abb. 87, Fig. 11 u. 12) mit netzförmigen Côno-

---

[5]) Vgl. Pascher A., Üb. *Halosph.* Ber. d. deutsch. bot. Ges., XXXIII., 1915.

bien (*H. reticulatum*, in stehendem Wasser oft in großer Menge auftretend). Die Zellen im Anfange einkernig, später vielkernig werdend[6]).

8. Familie. **Oocystaceae.** Zellen unbeweglich, einzeln oder durch Gallerte zu Cönobien verbunden, die nicht bestimmte Gestalt haben. Vermehrung durch Aplanosporen, welche durch Sprengung oder Auflösung

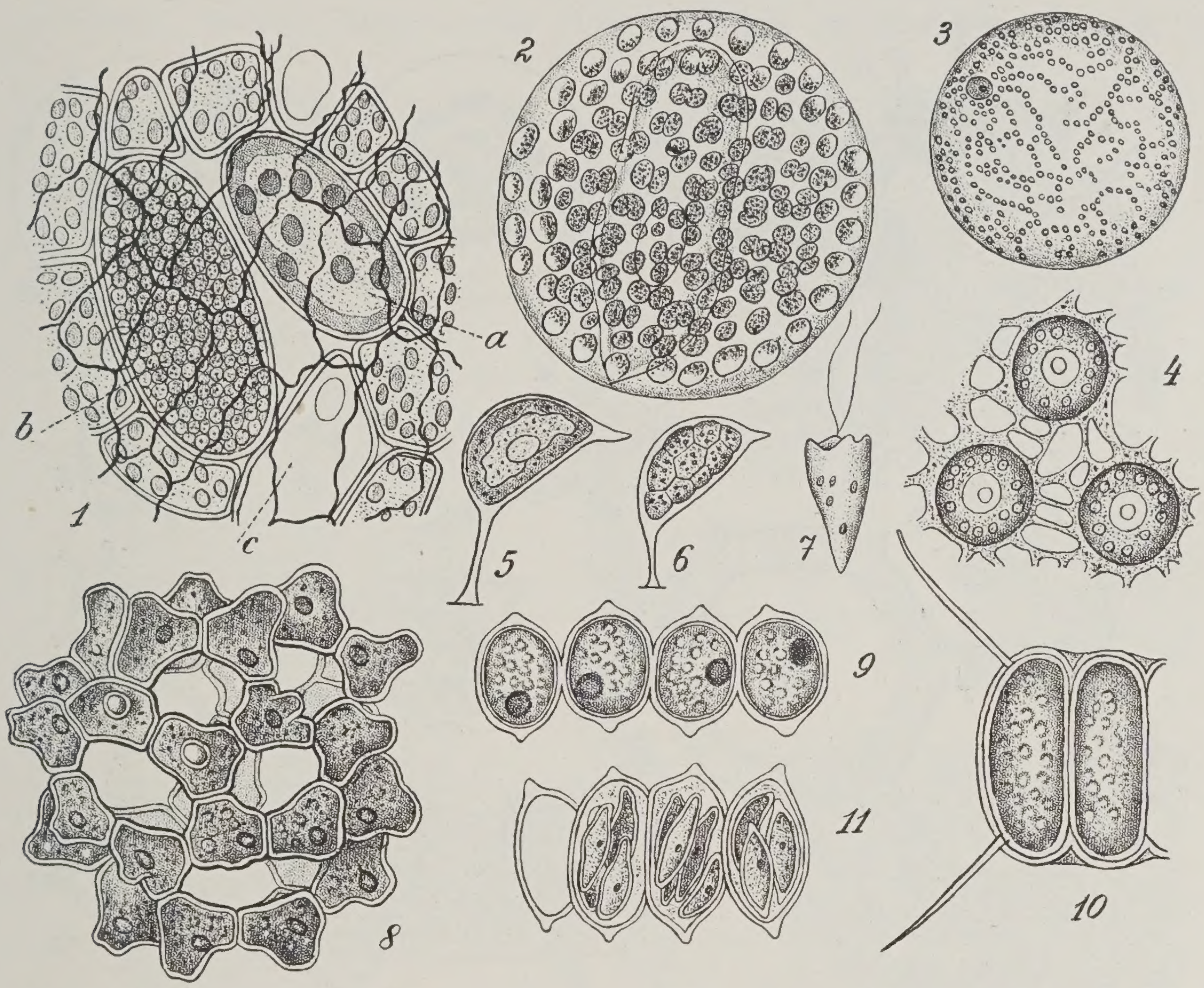


Abb. 86. *Protococcaceae* (Fig. 1—7) u. *Coelastraceae* (Fig. 8—11). — Fig. 1 u. 2. *Chlorochytrium Lemnae*; Fig. 1 drei Individuen im Gewebe von *Lemna* vor (*a*), während (*b*) und nach (*c*) der Gametenbildung; Fig. 2 aus dem Gewebe herausgetretene Zelle mit Gametenbildung. — Fig. 3, 4 u. 7. *Halosphaera viridis*; Fig. 3 junges Individuum, Fig. 4 Stück des Wandbelages während der Zoosporenbildung; Fig. 7 Zoospore. — Fig. 5 u. 6. *Characium Sieboldii*; Fig. 5 Einzelindividuum; Fig. 6 dasselbe mit Zoosporenbildung. — Fig. 8. *Coelastrum proboscideum*. — Fig. 9. *Scenedesmus acutus* mit kugeligen Zellen. — Fig. 10. Zwei Zellen von *Sc. caudatus*. — Fig. 11. Teilung v. *Sc. acutus*. — Alle Fig. stark vergr. — Fig. 1 u. 2 nach Klebs, 3, 4 u. 7 nach Gran und Schmitz, 5 u. 6 nach A. Braun, 8, 10 u. 11 nach Senn, 9 nach Beyerinck.

der Mutterzellmembran frei werden. Zoosporen und sexuelle Fortpflanzung fehlen.

---

[6]) Über den in mehrfacher Hinsicht eigentümlichen Zellbau vgl. Klebs G., Über die Vermehrung v. *Hydr.* Flora, 1890; Nachtr. Biol. Zentralbl., 1890. — Timberlake H. G., Starch-Format. in *Hydrod.* Ann. of Bot., XV., 1901. — Harper R. A., The organisat. of cert. coenobic plants. Bull. univ. Wisconsin, Nr. 207, 1908.

Vorherrschend Planktonten des süßen und brackischen Wassers. — *Eremosphaera viridis* sehr verbreitet. — *Chlorella vulgaris* sehr verbreitet, auch in Symbiose mit Tieren (*Hydra*, *Paramaecium*). — *Tetraedron*, *Oocystis*. — Als farblose Nebenformen schließen sich hier an *Prototheca* in Saftflüssen von Bäumen und *Chionaster* auf Schnee.

9. Familie. **Coelastraceae.** (Abb. 86, Fig. 8—11.) Zellen unbeweglich in bestimmt gestalteten Cönobien. Vermehrung durch cilienlose Tochter-

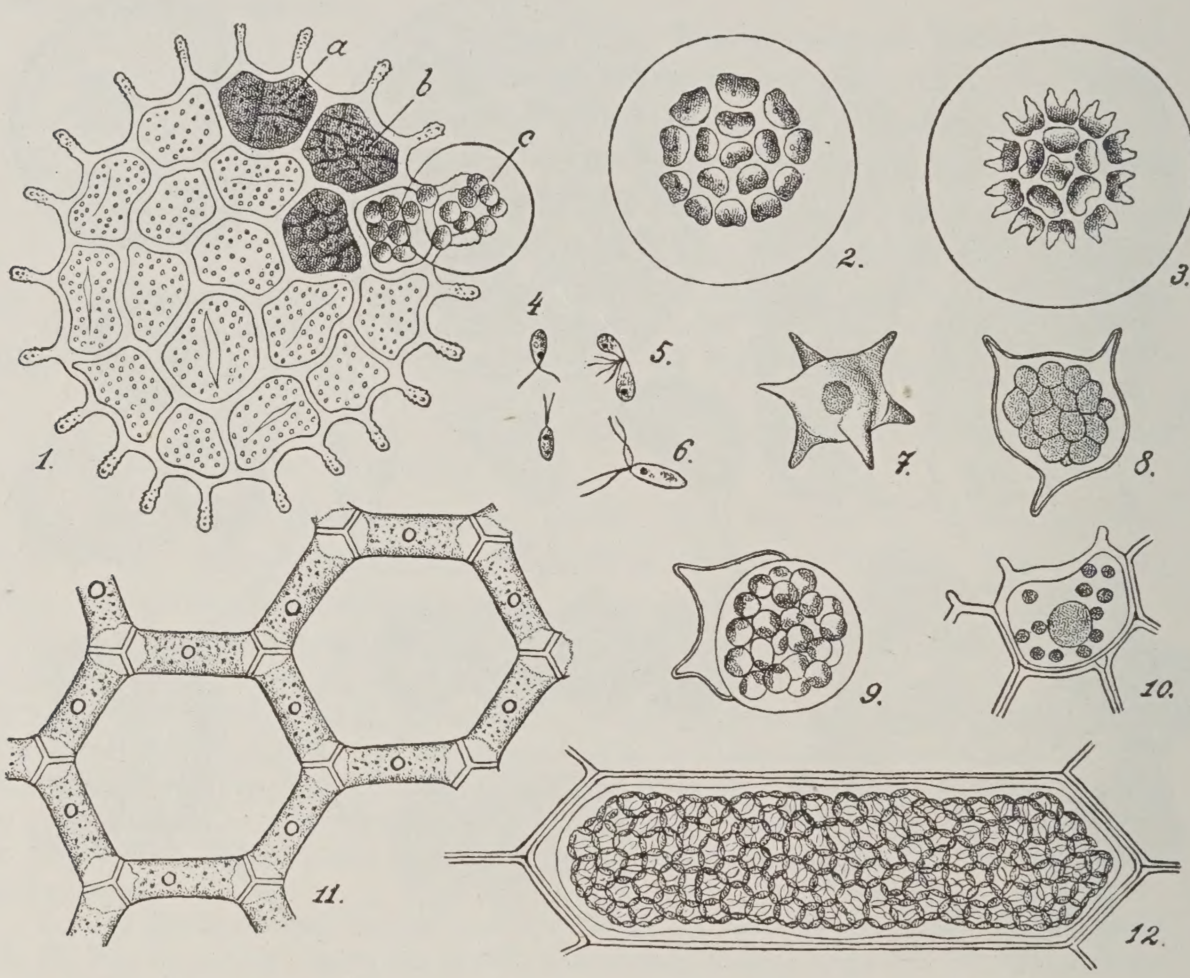


Abb. 87. *Hydrodictyaceae.* — Fig. 1—10. *Pediastrum granulatum.* Fig. 1 Cönobium, bei *a* u. *b* Zellen in Teilung, bei *c* Austritt eines jungen Cönobiums; Fig. 2 u. 3 junge Cönobien; Fig. 4—6 Gameten und Gametenkopulation; Fig. 7 Polyeder; Fig. 8 Teilung des Inhaltes desselben (Cönobienbildung); Fig. 9 Ausschlüpfen des jungen Cönobiums; Fig. 10 Randzelle eines Cönobiums im erwachsenen Zustande mit Hämatoxylin behandelt, die zahlreichen Kerne zeigend. — Fig. 11. Stück eines Cönobiums von *Hydrodictyon reticulatum.* — Fig. 12. Eine Zelle desselben mit jungem Cönobium im Innern. — Vergr. 300—800. — Fig. 1—3 nach A. Braun, 4—10 nach Askenasy, 11 Original, 12 nach Kerner.

cönobien, die durch Zersprengen oder Verschleimung der Mutterzellmembran frei werden. Zoosporen und sexuelle Fortpflanzung fehlen.

Verbreitet im süßen und brackischen Wasser; viele Planktonten. — *Scenedesmus* (Abb. 86, Fig. 9—11). Zellen in Längsreihen angeordnet. — *Dictyosphaerium.* Zellen rundlich, in Gallertballen peripher angeordnet. — *Ankistrodesmus* (= *Raphidium*). Zellen spindelförmig, zu Bündeln vereint. — *Coelastrum.* Zellen rundlich oder eckig, Hohlkugeln bildend (Abb. 86, Fig. 8).

3. Ordnung. *Ulotrichales*[7]).

Vegetative Zustände nicht frei beweglich. Zellen mit einem Zellkerne (seltener mehreren), zu einfachen oder verzweigten Fäden oder Flächen verbunden.

1. Familie. **Ulvaceae.** (Abb. 88.) Thallus vielzellig, aus 1—2 Zellschichten, welche Flächen oder Röhren bilden, zusammengesetzt, nur an

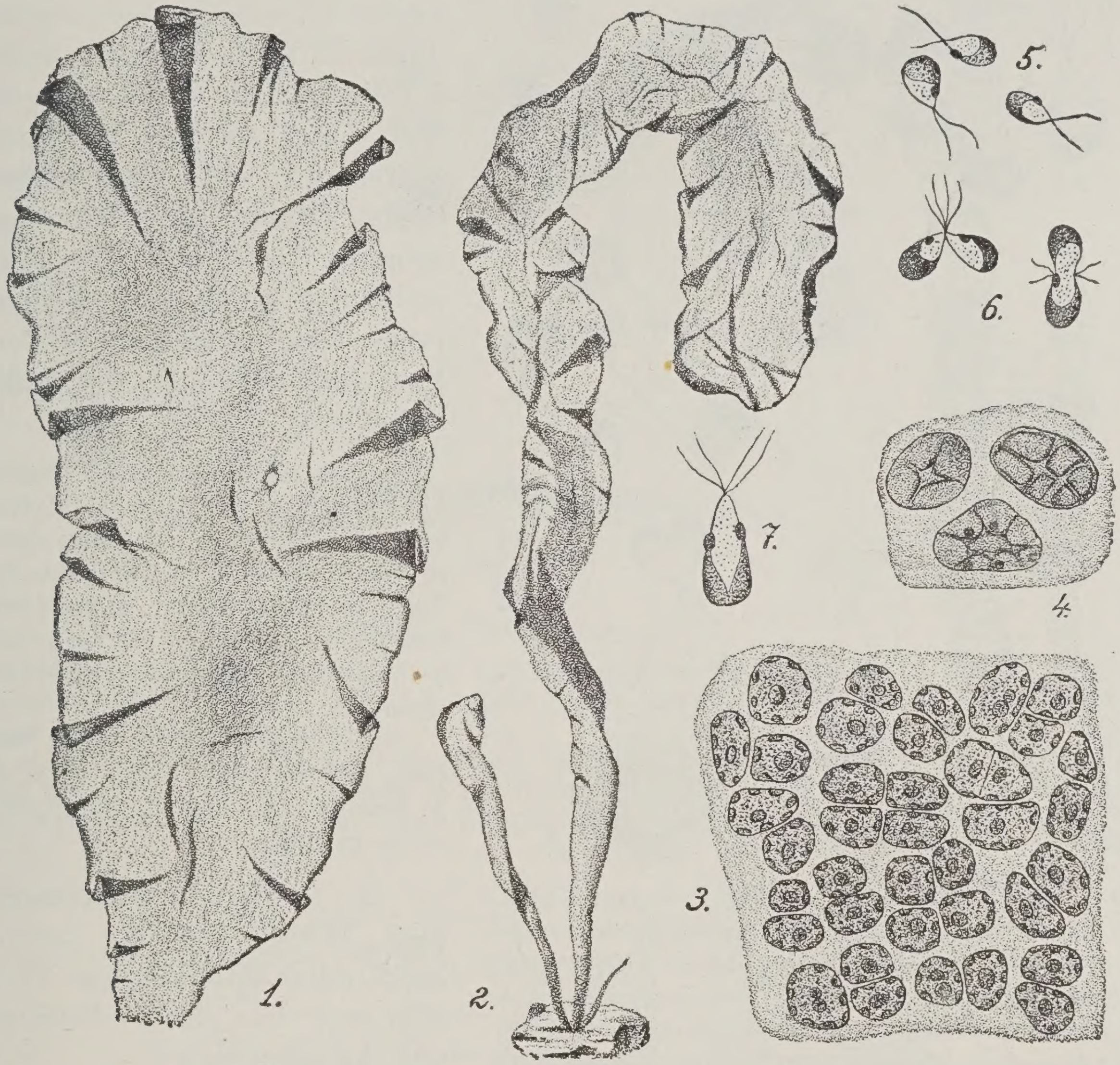


Abb. 88. *Ulvaceae.* — Fig. 1. *Ulva latissima*; nat. Gr. — Fig. 2. *Enteromorpha intestinalis*; nat. Gr. — Fig. 3—7. *Monostroma bullosum.* Fig. 3 Stück des Thallus, 680fach vergr.; Fig. 4 ein solches mit Zoosporenbildung; Fig. 5 Zoosporen; Fig. 6 Gameten, kopulierend; Fig. 7 Zygospore während des beweglichen Stadiums; Fig. 4—7 960fach vergr. — Fig. 1 u. 2 Original, 3—7 nach Reinke.

einem Ende befestigt oder (später) freischwimmend. Vegetative Vermehrung durch Schwärmsporen mit 4 Cilien und durch Akineten. Geschlechtliche Fortpflanzung durch Gametenkopulation. Zygote meist sofort keimfähig.

Im süßen und im Meerwasser, auch an feuchten Mauern u. dgl.; *A.* Thallus unregelmäßig, membranartig, später stets freischwimmend: *Monostroma* wenigstens im oberen

[7]) = *Chaetophorales* Wille.

Teile mit einer Zellschicht, z. B. *M. bullosum* (Abb. 88, Fig. 3—7) im süßen Wasser, *M. Grevillei* in Salzwasser; *Ulva* mit zwei Zellschichten; im Meerwasser sehr verbreitet sind: *U. latissima*, *U. rigida* (= *U. Lactuca* z. T.) u. a. (Abb. 88, Fig. 1). — *B.* Thallus bandförmig mit regelmäßigen Lappen: *Letterstedtia* im Meerwasser in Afrika und Australien. — *C.* Thallus in der Jugend und auch später am Grunde röhren-, am Ende bandartig, meist festsitzend: *Enteromorpha intestinalis* u. a. marin und im Süßwasser (Abb. 88, Fig. 2).

2. Familie. **Ulotrichaceae.** (Abb. 89.) Thallus vielzellig, aus einer unverzweigten Zellreihe bestehend. Vegetative Vermehrung durch Schwärmsporen mit 2 oder 4 Cilien, dann durch Akineten und Aplanosporen; Schwärmsporen oft von verschiedener Größe (Makro- und Mikrozoosporen). Geschlechtliche Fortpflanzung durch Gametenkopulation; Gameten stets mit 2 Cilien. Der vorigen Familie sehr nahe stehend.

Vorherrschend im süßen Wasser; hierher zählen einige der häufigsten und verbreitetsten Süßwasseralgen, so *Ulothrix* (z. B. *U. zonata* [Abb. 89] auch im Salzwasser), *Hormidium*, besonders an feuchten Stellen außerhalb des Wassers, *Stichococcus*, *Microspora*.

Die ungemein verbreitete Gattung *Tribonema* (= *Conferva*, z. B. *T. bombycinum*) wird zu den *Heterocontae* gestellt.

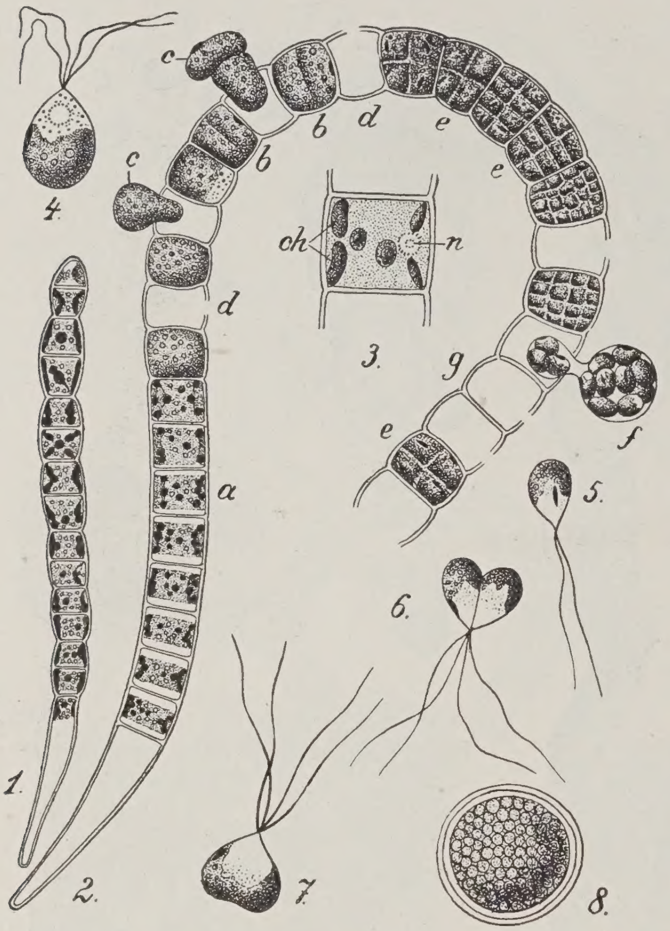


Abb. 89. *Ulothrix zonata.* — Fig. 1. Junger Faden. — Fig. 2. Älterer Faden mit Schwärmsporen- und Gametenbildung; *a* vegetative Zellen, *b* beginnende Zoosporenbildung, *c* Austritt der Zoosporen, *d* u. *g* entleerte Zellen, *e* Gametenbildung, *f* Austritt der Gameten; 250fach vergr. — Fig. 3. Vegetative Zelle. *n* Nucleus, *ch* Chromatophorenteile. — Fig. 4. Schwärmspore. — Fig. 5. Gamete. — Fig. 6 u. 7. Kopulation derselben. — Fig. 8. Zygote. — Fig. 3—8 500fach vergr. — Nach Dodel-Port.

3. Familie. **Blastosporaceae.** Thallus vielzellig, faden-, band- oder flächenförmig. Fortpflanzung nur durch Akineten und Aplanosporen.

Den beiden vorigen Familien sehr nahestehend, durch den Mangel der Zoosporen verschieden, was vielleicht mit der Lebensweise im Zusammenhange steht. Vorherrschend an feuchten Standorten (Baumrinden, feuchte Felsen u. dgl.), seltener direkt im Wasser. — *Prasiola crispa* (= *Hormidium parietinum*) sehr verbreitet.

4. Familie. **Chaetophoraceae.** (Abb. 90, Fig. 1—3.) Der vielzellige Thallus besteht aus verzweigten Zellfäden oder Zellscheiben, welche häufig verschiedenartige Haarbildungen tragen. Ungeschlechtliche Fortpflanzung durch Schwärmsporen mit 2—4 Cilien, sowie durch Akineten und Aplanosporen. Kopulierende Gameten.

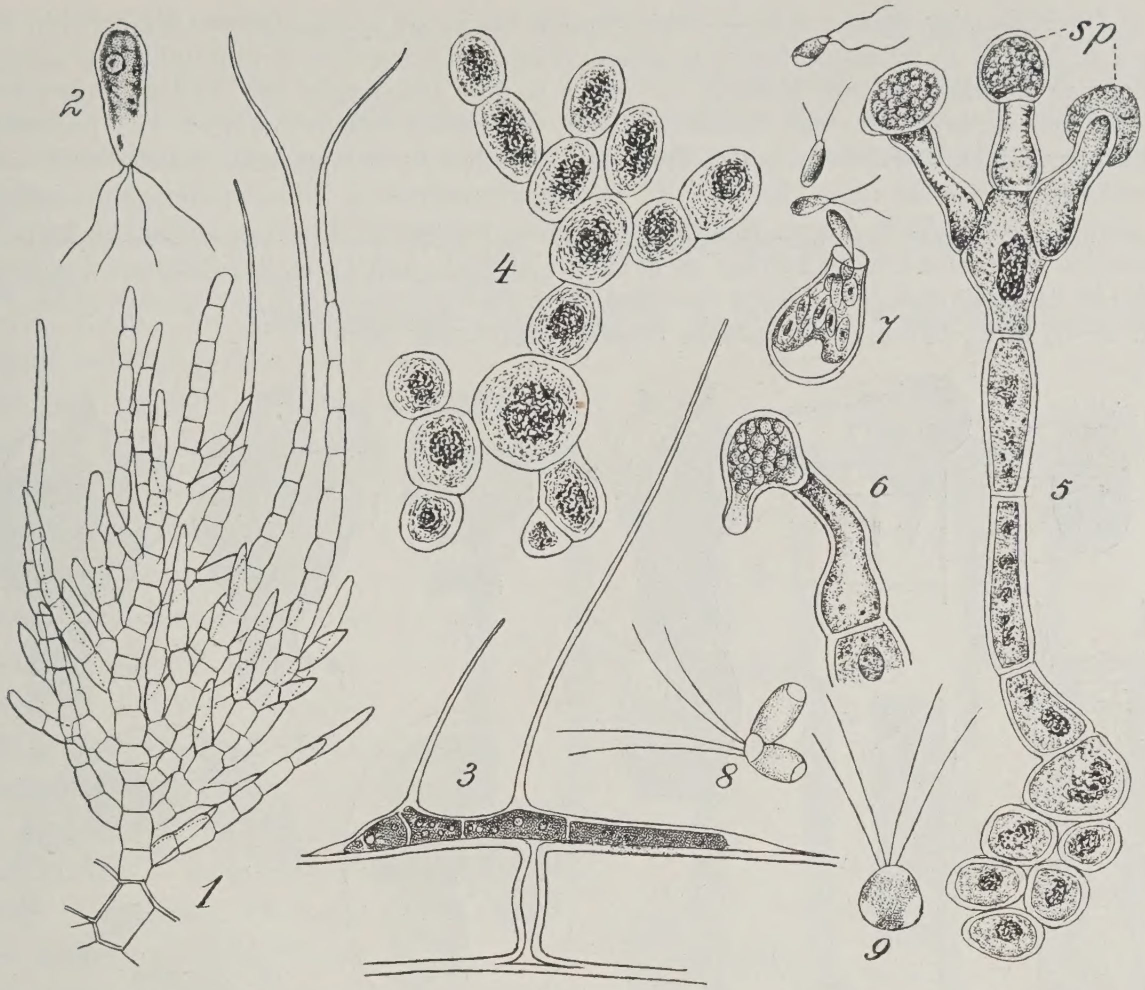


Abb. 90. *Chaetophoraceae* (Fig. 1—3) und *Chroolepidaceae* (Fig. 4—9). — Fig. 1. Ast von *Draparnaldia glomerata.* — Fig. 2. Zoospore von *D. plumosa.* — Fig. 3. *Endoderma Jadinianum* in der Membran einer Alge. — Fig. 4—7. *Trentepohlia odorata* f. *umbrina*; Fig. 4 vegetatives Stadium; Fig. 5 mit Sporangien *sp*; Fig. 6 Sporangium; Fig. 7 Gametangium. — Fig. 8 u. 9. *Tr. odorata* f. *elongata*; Fig. 8 Gametenkopulation; Fig. 9 junge Zygote. — Alle Figuren stark vergr. — Fig. 1 u. 2 nach Berthold, 3 nach Huber, 4—9 nach Gobi und Wille.

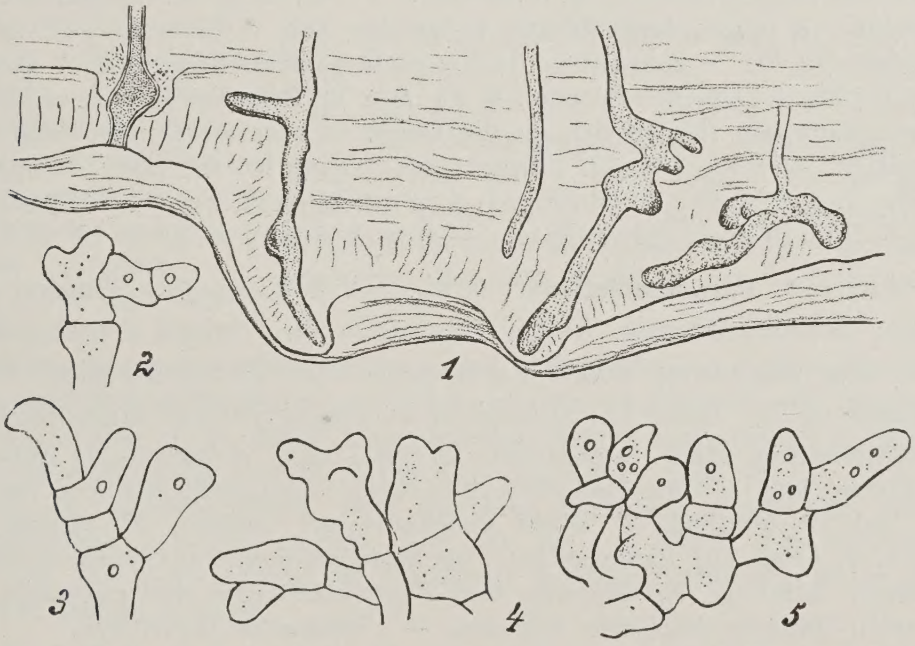


Abb. 91. Kalk und Molluskenschalen bewohnende Algen. — Fig. 1. *Tellamia perforans* in einer *Anodonta*-Schale. — Fig. 2—5. *Gongrosira viridis*, freipräpariert. — Vergr. — Nach Chodat.

Im Süß- oder Salzwasser. — *Stigeoclonium* (z. B. *S. tenue*), *Draparnaldia* (Abb. 90, Fig. 1 u. 2, z. B. *D. plumosa*), häufig in süßem Wasser; *Chaetophora* in Süß- und Meerwasser, schleimige kugelige Massen bildend. — Nicht wenige Gattungen epi- und endophytisch, so *Chaetonema* besonders auf Süßwasseralgen, *Acrochaete* auf Braunalgen (*A. parasitica* direkt parasitär), *Pringsheimia* auf Florideen, *Phaeophila* auf marinen Cladophoren und Florideen, *Endoderma* (Abb. 90, Fig. 3), in Algenmembranen, *Endoclonium polymorphum* in *Lemna* etc. — Auch die im Innern der Schalen meeresbewohnender Mollusken lebende *Gomontia polyrrhiza* scheint hierher zu gehören; ähnlich sind (Abb. 91) *Tellamia* (= *Foreliella*) in *Anodonta*-Schalen, *Ulvella involvens* auf Schildkröten-Schalen, *Gongrosira* (Abb. 91, Fig. 2—5) u. a., deren systematische Stellung durchwegs unsicher ist.

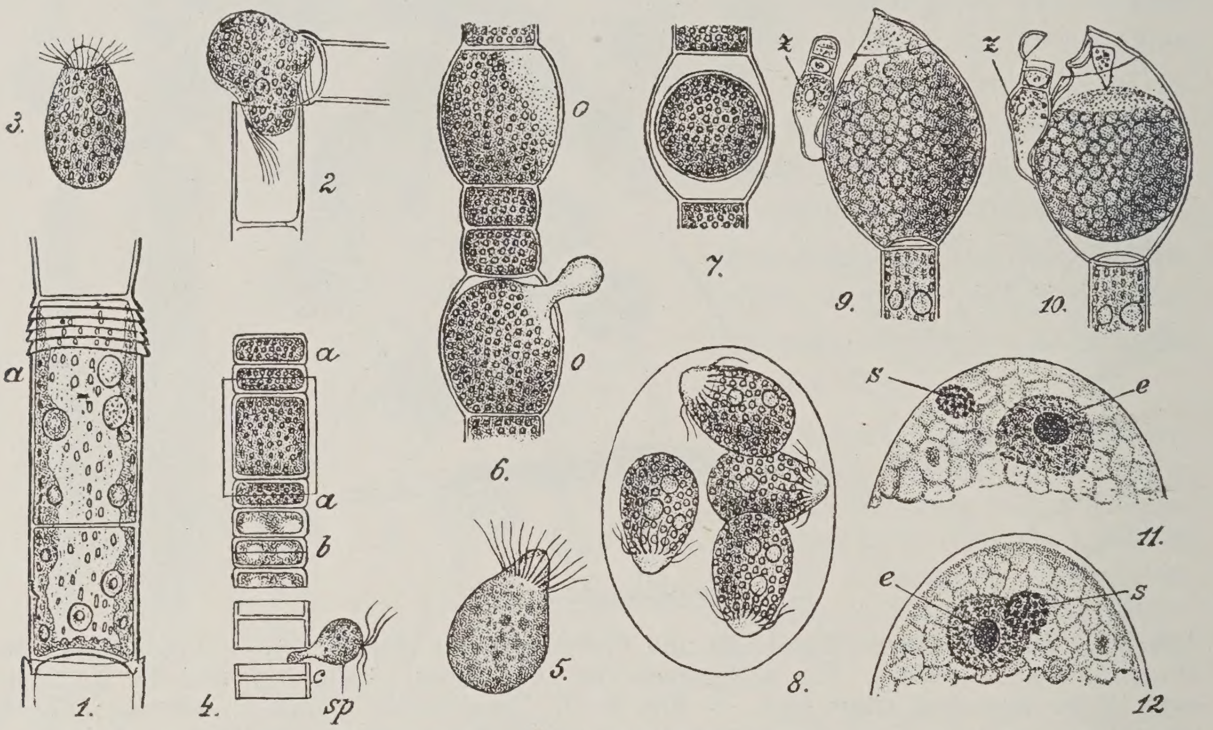


Abb. 92. *Oedogoniaceae.* — Fig. 1—3. *Oedogonium* sp. Fig. 1 zwei vegetative Zellen mit der für *Oedogonium* charakteristischen Art der Wandbildung, *a* Kappenzelle; Fig. 2 Zoospore im Momente des Ausschlüpfens; Fig. 3 Zoospore. — Fig. 4—8. *Oe. diplandrum.* Fig. 4 Antheridienbildung, *a* junges Antheridium, *b* dasselbe vor, *c* während des Austretens des Spermatozoids *sp*; Fig. 5 Spermatozoid; Fig. 6 Oogonienbildung; Fig. 7 Oogonium mit reifer Oospore; Fig. 8 keimende Oospore. — Fig. 9 u. 10. Befruchtungsvorgang von *Oe. ciliatum.* *z* Zwergmännchen (kleine sich an die Oogonien ansetzende männliche Individuen) mit Antheridien. — Fig. 11 u. 12. Befruchtungsvorgang bei *Oe. Boscii.* *s* Sperma-, *e* Ei-Kern. — Fig. 2, 3, 9 u. 10 350fach, Fig. 1, 4—8 za. 450fach, Fig. 11 u. 12 820fach vergr. — Fig. 1—3, 9 u. 10 nach Pringsheim, 4—8 nach Juranyi, 11 u. 12 nach Klebahn.

5. Familie. **Chroolepidaceae.** (Abb. 90, Fig. 4—9.) Thallus vielzellig, faden- oder scheibenförmig, durch Hämatochrom ± rot oder gelb gefärbt. Vegetative Fortpflanzung durch Zoosporen; die Zoosporangien werden als Ganzes abgeworfen. Gameten entstehen in kugelförmigen Gametangien.

Landbewohnende Algen, insbesondere in den Tropen verbreitet. In außertropischen Gebieten: *Trentepohlia**) *Iolithus*, der „Veilchenstein", auf Urgebirgssteinen, einen veilchenähnlichen Duft verbreitend, *T. aurea* gleichfalls auf Gestein, *T. odorata* (Abb. 90, Fig. 4—9) u. a. Arten auf Baumrinden; *Phycopeltis epiphyton* auf lebenden Blättern von *Rubus*, *Hedera*, *Abies* etc. *Trentepohlia*- und *Phycopeltis*-Arten sind ungemein häufig auf perennierenden Blättern tropischer Pflanzen. — *Cephaleuros* parasitisch.

*) Vergl. Fischer R., Die *Tr.*-Arten etc. Österr. bot. Zeitschr., LXXI., 1922. — Thomas N., Not. on *Cephaleuros*. Ann. af Bot., XXVII, 1913.

6. Familie. **Cylindrocapsaceae.** Thallus vielzellig, fadenförmig, unverzweigt, *Ulothrix*-ähnlich. Vegetative Fortpflanzung durch Zoosporen und Akineten. Sexuelle Fortpflanzung durch Oogonien mit einzelnen Eizellen und Spermatozoiden, welche zu zweien in einem Antheridium entstehen und 2 Cilien tragen.

Den *Ulotrichaceae* nahestehend, im Befruchtungsvorgang an die Ödogoniaceen erinnernd. — *Cylindrocapsa*, Süßwasseralgen.

7. Familie. **Oedogoniaceae.** (Abb. 92 u. 93.)[8]) Der vielzellige Thallus besteht aus unverzweigten oder verzweigten, wenigstens in der Jugend festsitzenden Fäden. Vegetative Vermehrung durch Schwärmsporen mit Cilienkranz. Geschlechtliche Fortpflanzung durch Oogonien mit einer Eizelle und Antheridien mit 1—2 Spermatozoiden, welche wie die Zoosporen zahlreiche, kranzförmig angeordnete Cilien tragen. Oospore ohne Rindengewebe, bei der Keimung Schwärmsporen bildend.

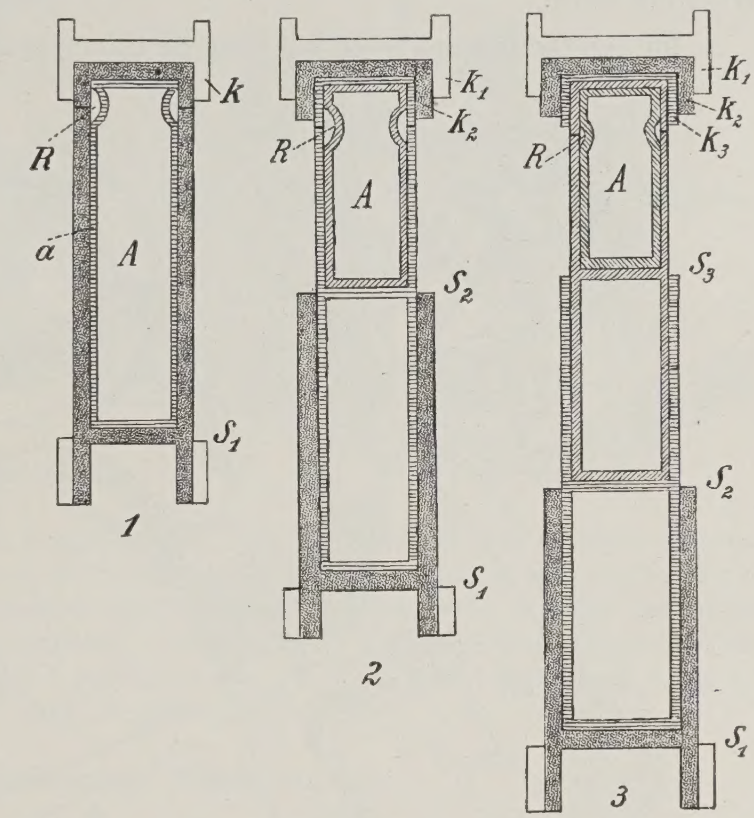


Abb. 93. Schematische Darstellung der Teilung einer Kappenzelle von *Oedogonium*. — *A* Teilungsfähige Zelle, K_1—K_3 Kappen, S_1—S_3 Scheiden, *R* Gallertring. Die entwicklungsgeschichtlich zusammengehörenden Membranteile sind durch gleichartige Schraffierung kenntlich gemacht. Die in Fig. 2 u. 3 horizontal schraffierten Membranstücke entsprechen z. B. der mit *a* bezeichneten Membran in Fig. 1. — Nach Kraskovits.

Süßwasserbewohner. — *Oedogonium*. Fäden unverzweigt. Zahlreiche, darunter sehr verbreitete Arten, z. B. *O. rivulare*, *O. capillare*, *O. tenellum* u. a. (Abb. 92 und 93). — *Bulbochaete*. Fäden verzweigt. Verbreitete Arten: *B. setigera*, *B. Brebissonii* u. a. — Sehr auffallend ist die Zusammensetzung der Fäden aus verschiedenen Zellen, sogenannten „Kappen-“ (Abb. 92, Fig. 1 *a*) und „Scheidenzellen“, welche auf einen eigentümlichen Zellteilungsvorgang zurückzuführen sind. Die Teilung einer Kappenzelle ist in Abb. 93 schematisch dargestellt. Bei jeder Teilung entsteht vor dem Auftreten der Querwand eine neue Membran (Fig. 1, *a*), durch Längsstreckung der so entstandenen Zelle wird ein Aufreißen der alten Membran bewirkt, deren Reste als Kappe (Abb. 93, K_1—K_3), respektive Scheide (S_1—S_3) erhalten bleibt. Dem Aufreißen der Membran geht eine lokale ringförmige Verschleimung derselben voraus (Abb. 93, *R*). — Durch den eigentümlichen Membranbau und die Bewimperung der Zoosporen und Spermatozoiden unter den *Ulotrichales* ziemlich isoliert stehend.

[8]) Vgl. Hirn K. E., Monogr. d. Oedog., 1900. — Kraskovits G., Beitr. z. Kenntn. Zellteil. bei Oedog. Sitzb. Akad. Wien, CXIV, 1905.

8. Familie. **Chaetopeltidaceae.** Der Thallus besteht aus epiphytischen, flachen Zellscheiben, mehr oder weniger lose verbundenen Zellen mit soliden Membranborsten mit oder ohne Scheiden. Kein Hämatochrom. Zoosporen und Gametenkopulation.

Chaetosphaeridium, *Chaetopeltis* u. a. auf Wasserpflanzen im Süßwasser.

9. Familie. **Aphanochaetaceae.** Im Bau des Thallus den Chaetophoraceen ähnlich. Zoosporen mit 4 Cilien. Oogonien und Antheridien; erstere mit je einer Eizelle, die ausschlüpft und im Wasser von dem Spermatozoid befruchtet wird.

Im Süßwasser epiphytisch auf anderen Chlorophyceen. — *Aphanochaete*.

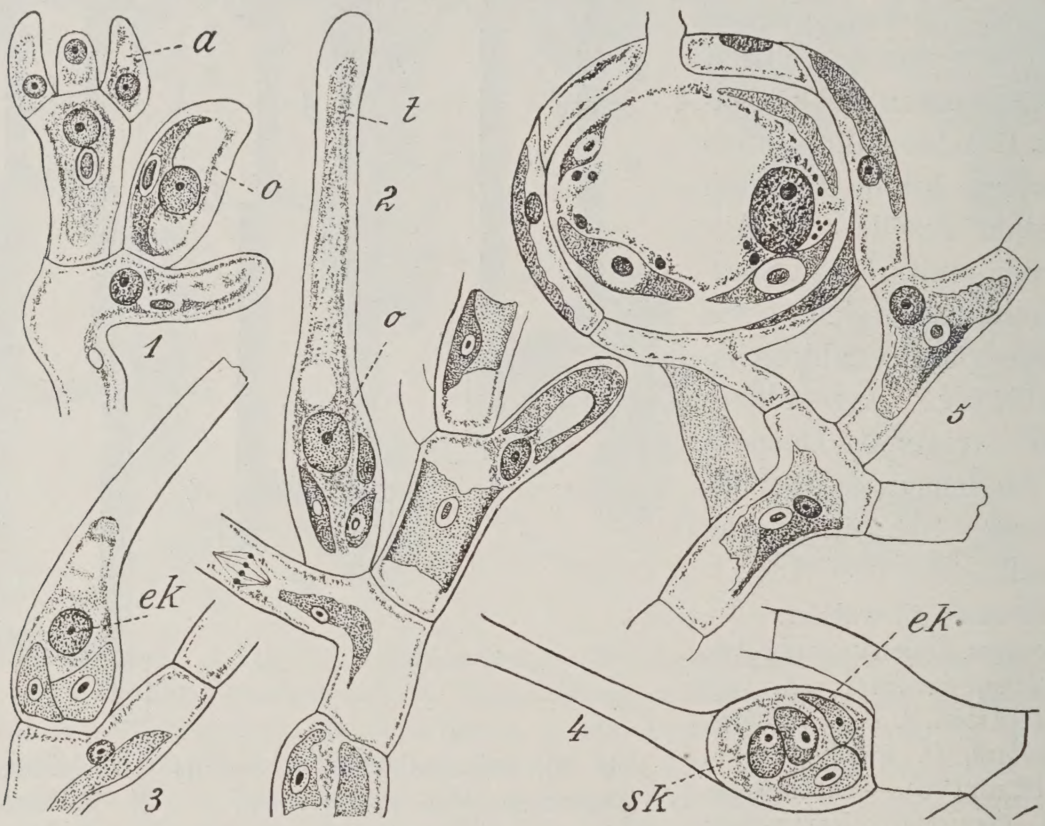


Abb. 94. *Coleochaete pulvinata*. — Fig. 1. Antheridienstand und junges Oogonium *o*. — Fig. 2. Reifes Oogonium vor der Öffnung, *o* Eikern, *t* trichogynartige Verlängerung. — Fig. 3. Dasselbe geöffnet, *ek* Eikern. — Fig. 4 Befruchtungsvorgang; *ek* Eikern, *sk* Spermakern. — Fig. 5. Oogonium mit Berindung. — Stark vergr. — Nach Oltmanns.

10. Familie. **Coleochaetaceae.** (Abb. 94 u. 95.) Thallus polster- oder scheibenförmig, festsitzend, mit reicher Haarbildung. Vegetative Vermehrung durch Schwärmsporen mit 2 Cilien. Oogonien mit einer Eizelle; Antheridien mit einem Spermatozoid, dieses mit 2 Cilien. Das Oogonium zeigt eine schlauchartige Verlängerung, deren Ende sich vor der Befruchtung öffnet, und wird während der Reife von einem Rindengewebe umgeben. Die Oospore bildet bei der Keimung eine Anzahl (8—32) in zwei Stockwerken stehender Zellen, die je eine Schwärmspore entlassen.

Süßwasserbewohner. Einzige Gattung *Coleochaete* mit mehreren Arten, z. B. *C. pulvinata*, *C. scutata* u. a. (Abb. 94 u. 95).

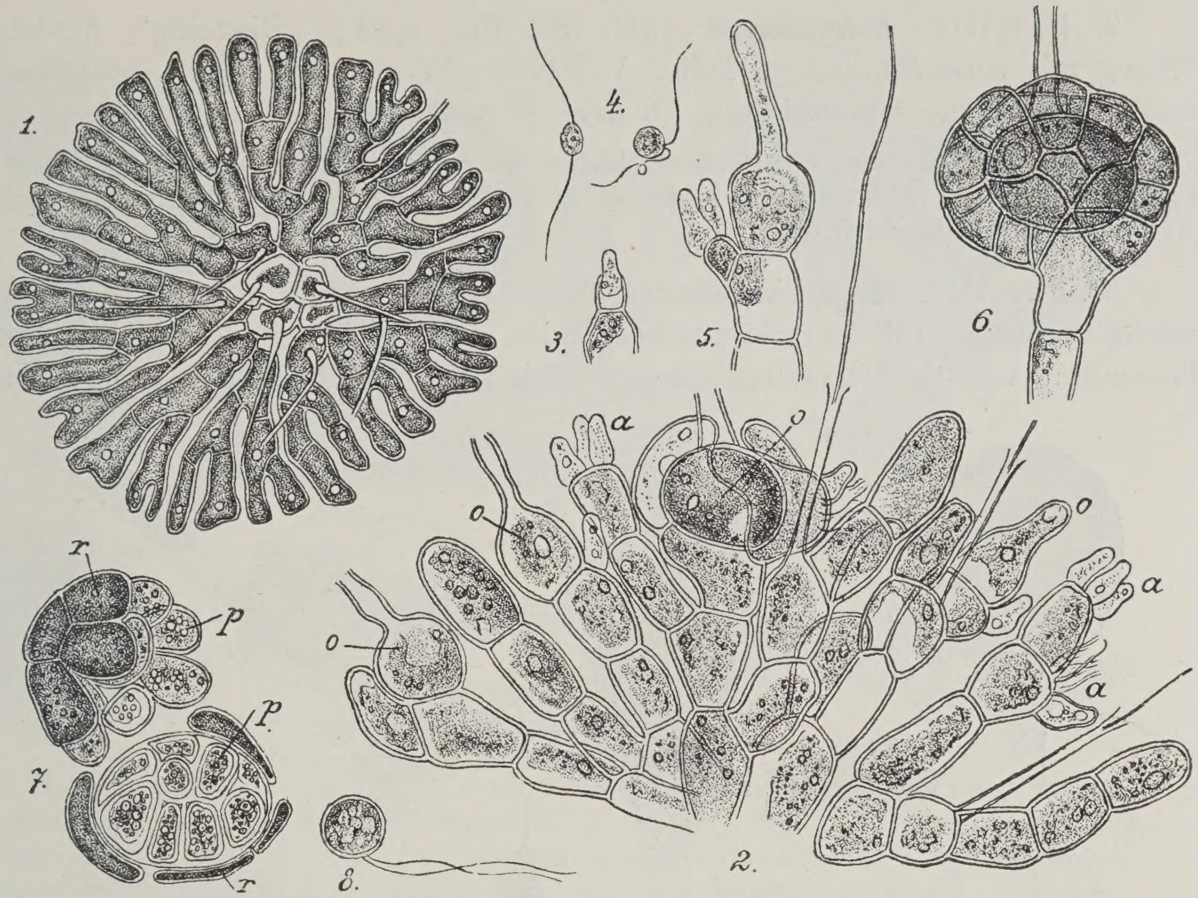


Abb. 95. *Coleochaete.* — Fig. 1. *C. soluta.* — Fig. 2—8. *C. pulvinata.* Fig. 2 Stück eines erwachsenen Exemplares, *o* Oogonien, *a* Antheridien; Fig. 3 Antheridium mit austretendem Spermatozoid; Fig. 4 Spermatozoiden; Fig. 5 junges Oogonium; Fig. 6 reifes Oogonium mit Berindung; Fig. 7 keimende Oosporen, *r* Rindenzellen, *p* Mutterzellen der Zoosporen; Fig. 8 Zoospore. — Fig. 1, 6 und 7 250fach vergr.; Fig. 2—5 und 8 350fach vergr. — Nach N. Pringsheim.

4. Ordnung. *Siphonales.*

Vegetative Stadien nicht durch Cilien frei beweglich. Individuen einzellig und vielkernig[9]) oder vielzellig, dann jede Zelle vielkernig. Vegetative Fortpflanzung durch Zoosporen, Aplanosporen oder Akineten; sexuelle durch Gametenkopulation oder Eibefruchtung. Spermatozoiden nie schraubig gekrümmt.

1. Unterordnung. **Eusiphonales.** Thallus meistens ohne Querwände.

1. Familie. ***Protosiphonaceae.*** (Abb. 96, Fig. 5—9.) „Einzellig" mit blasenförmigem, grünem oberirdischen und wurzelähnlichem unterirdischen Teil. Vermehrung durch Teilung, Sprossung und durch mehrkernige Aplanosporen. Gametenkopulation.

Protosiphon (Abb. 96, Fig. 5—9), auf feuchter Erde. — Vielleicht hierher die endophytische Form *Phytophysa Treubii* in *Pilea* (Java), welche von Wille in eine eigene Familie (*Phyllosiphonaceae*) gestellt wird.

---

[9]) Wenn hier und im folgenden bei Besprechung der *Siphonales* von vielkernigen Zellen gesprochen wird, so geschieht dies im deskriptiven Sinne; nach meiner Meinung sind es vielzellige Gebilde ohne Abgrenzung der Zellen durch Membranen („polyenergide Zellen"), vgl. S. 148.

2. Familie. **Botrydiaceae.** (Abb. 96, Fig. 1—4.) „Einzellig", keulenförmig mit wurzelähnlichem Teile. Vegetative Vermehrung durch Zoosporen und durch Aplanosporenbildung (in dem wurzelähnlichen Teile).

Botrydium granulatum auf feuchtem Boden verbreitet, z. B. in Inundationsgebieten, in Gewächshäusern (Abb. 96, Fig. 1—4). — *Geosiphon*, chlorophyllos, in Symbiose mit *Nostoc*, bodenbewohnend[10]).

3. Familie. **Bryopsidaceae.** Anfänglich „einzellig", reich und regelmäßig verzweigt, mit wurzelähnlichem Teile. Die Zweige gliedern sich später besonders vor der Gametenbildung durch eine Membran ab. Von Fort-

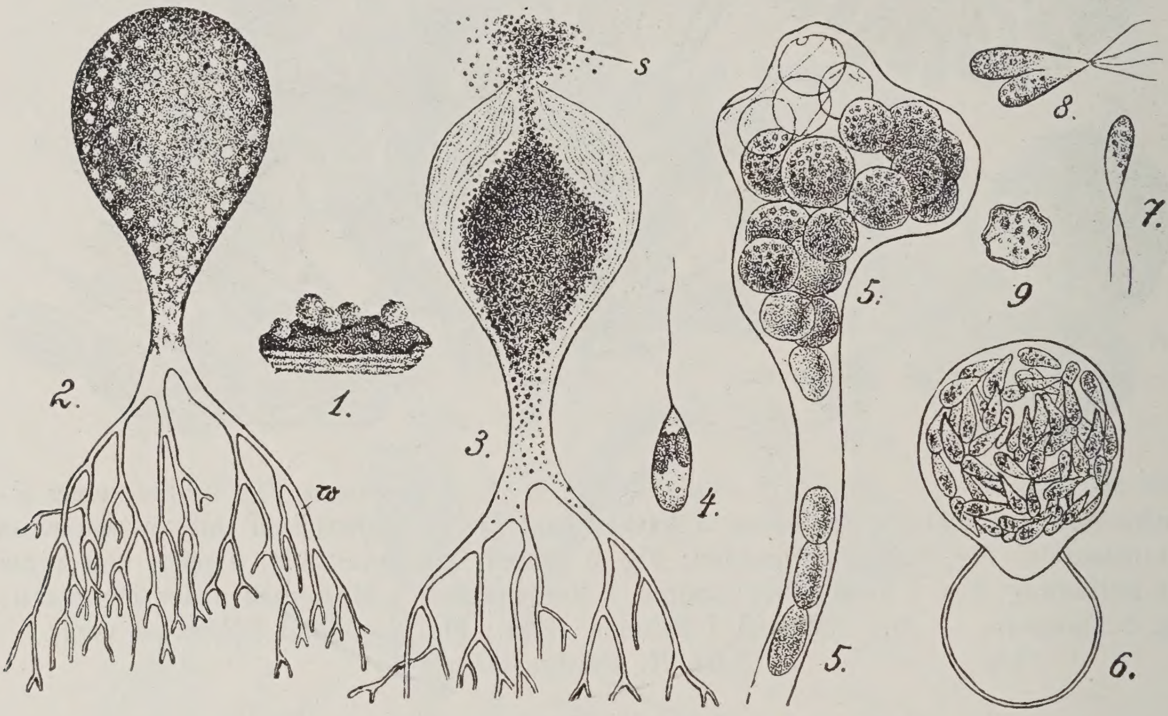


Abb. 96. *Botrydiaceae* (Fig. 1—4) u. *Protosiphonaceae* (Fig. 5—9). — Fig. 1—4. *Botrydium granulatum.* Fig. 1 mehrere Individuen in nat. Gr.; Fig. 2 einzelnes Individuum, *w* Rhizoid, 30fach vergr.; Fig. 3 dasselbe, die Zoosporen *s* entleerend; Fig. 4 Zoospore, 520fach vergr. — Fig. 5—9. *Protosiphon* sp.; Fig. 5 Aplanosporenbildung, 160fach vergr.; Fig. 6 Freiwerden der Gameten aus einer Aplanospore, unten die leere Zellhaut derselben; Fig. 7 Gamet; Fig. 8 Gametenkopulation; Fig. 9 Zygospore. — Fig. 6—9 520fach vergr. — Nach Rostafinski und Woronin.

pflanzungsorganen sind dimorphe (♀ und ♂) Gameten bekannt; auch durch sich ablösende Zweige kann Fortpflanzung eingeleitet werden.

Bryopsis im Meerwasser. — *B. plumosa* sehr verbreitet.

4. Familie. **Derbesiaceae.** Anfangs „einzellig", einfach, unregelmäßig oder dichotom verzweigt. Schwärmsporen mit Cilienkranz. Gameten unbekannt.

Einzige Gattung: *Derbesia*, mit mehreren meerbewohnenden Arten, z. B. *D. tenuissima* auf Steinen oder auf anderen Algen festsitzend.

---

[10]) Vgl. Wettstein F. in Österr. botan. Zeitschr., LXV., 1915.

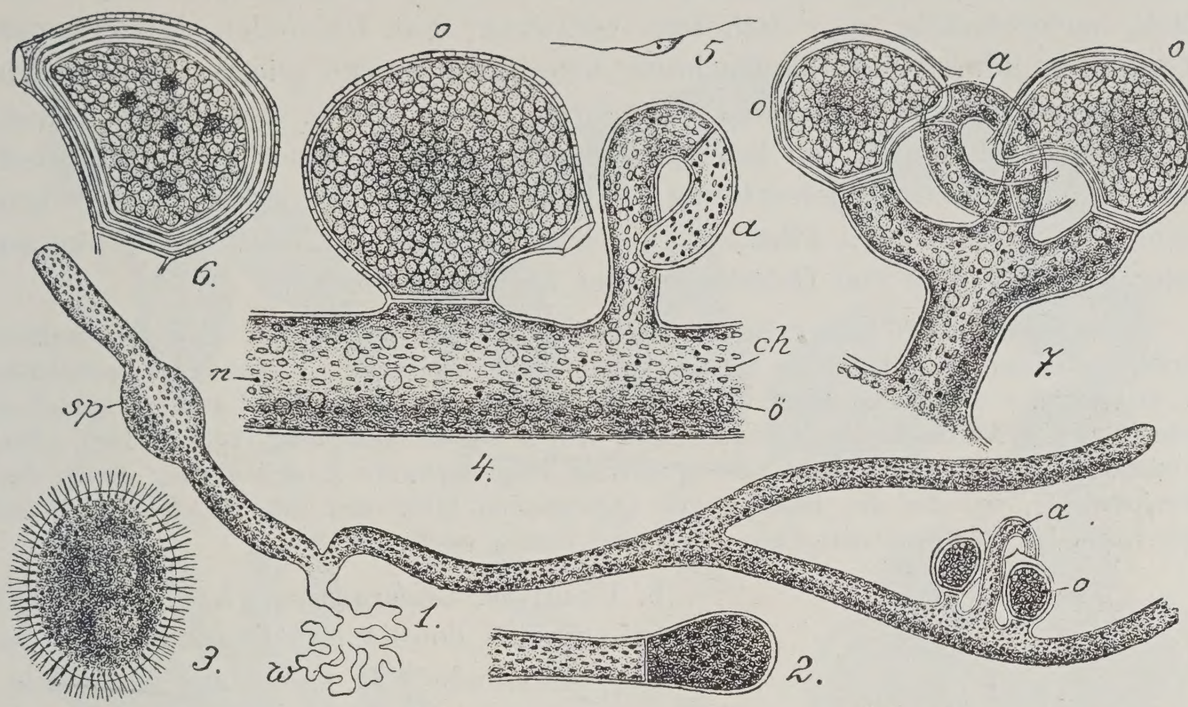


Abb. 97. *Vaucheriaceae.* — Fig. 1—3. *Vaucheria sessilis.* Fig. 1 junge Pflanze, aus der Zoospore *sp* entstanden, *a* Antheridium, *o* Oogonium, *w* Rhizoid; Fig. 2 Schwärmsporebildendes Zellende; Fig. 3 Zoospore. — Fig. 4. Oogonium (*o*) und Antheridium (*a*) von *V. pachyderma*, *n* Nucleus, *ch* Chromatophor, *ö* Öltropfen. — Fig. 5. Spermatozoid von *V. sericea.* — Fig. 6. Oogonium mit Oospore von *V. pachyderma.* — Fig. 7. Antheridium (*a*) und Oogonien (*o*) von *V. hamata.* — Fig. 1 100fach vergr., 2—4, 6, 7 230fach vergr., 5 700fach vergr. — Fig. 1—3 Original, 4—7 nach Walz.

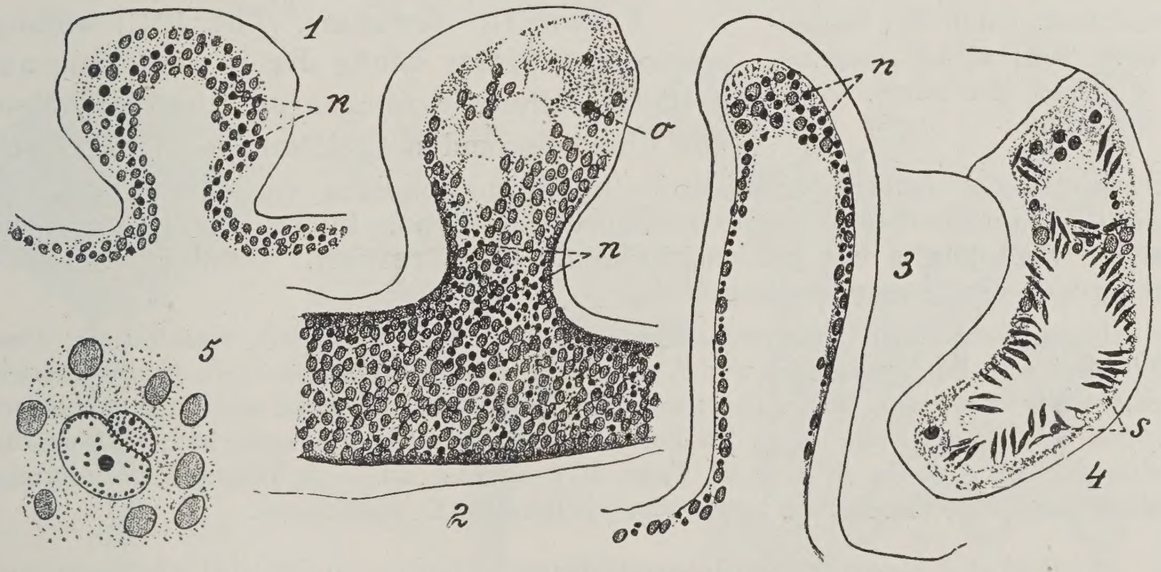


Abb. 98. *Vaucheriaceae.* — Oogonien-, Antheridienbildung und Befruchtung von *Vaucheria.* — Fig. 1. Junges Oogonium von *V. fluitans* mit zahlreichen Kernen *n*. — Fig. 2 Älteres Oogonium derselben Art, die meisten Kerne *n* sind in den Faden zurückgewandert, der Eikern *o* im Oogonium. — Fig. 3. Antheridiumanlage von *V. clavata*, *n* Kerne. — Fig. 4. Fast reifes Antheridium derselben Art mit Spermatozoidenbildung *s*. — Fig. 5. Vereinigung von Ei- und Spermakern. — Alle Figuren stark vergr. — Nach Oltmanns.

5. Familie. **Vaucheriaceae.** (Abb. 97 u. 98.) Anfangs „einzellig“, einfach, unregelmäßig oder dichotom verzweigt, mit Rhizoiden; die an der Zoosporenbildung und Eibefruchtung beteiligten Stücke gliedern sich durch eine Querwand ab. Vegetative Vermehrung durch große, ringsum mit paarweise angeordneten Cilien bedeckte Schwärmsporen, ferner durch Akineten und Aplanosporen. Eibefruchtung; Antheridien und Oogonien an derselben oder an verschiedenen Pflanzen; sie entstehen als seitliche Ausstülpungen oder an der Spitze von Gabelästen (bei *Dichotomosiphon*).

Vaucheria (Abb. 97), über die ganze Erde in Süß- und Brackwasser, auch auf feuchter Erde, verbreitet, einzelne Arten Meeresbewohner; häufige Arten: *V. sessilis*, *V. geminata*, *V. dichotoma*. — *Dichotomosiphon*. — Die eigentümlichen Zoosporen von *Vaucheria* sprechen sehr für die Auffassung der vielkernigen Zellen als Zellkomplexe (vgl. S. 148). Die *Vaucheriaceae* bilden das durch Eibefruchtung ausgezeichnete Endglied einer Reihe der *Eusiphonales*, bei der die Bildung von Querwänden fehlt oder sehr lokalisiert ist; bei den folgenden Familien tritt diese Fächerung immer stärker hervor.

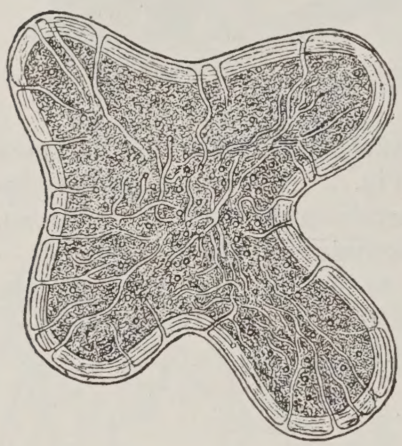


Abb. 99. *Caulerpa prolifera*. Querschnitt durch den stengelartigen Teil; 40fach vergr. — Nach der Natur.

6. Familie. **Caulerpaceae.** (Abb. 99 u. 100.) „Einzellig“ mit deutlicher Differenzieruug in Rhizoide, Phylloide und stengelähnliche Teile. Zellinneres von Zellulosebalken durchsetzt (Abb. 99). Vegetative Vermehrung durch Thallusfragmente und durch Sprossungen an den stengelähnlichen Teilen, welche dann isoliert werden; andere Arten der Fortpflanzung unbekannt.

Caulerpa. Zahlreiche Arten in den tropischen und subtropischen Meeren, auch im Mittelmeer, so *C. prolifera*, die überhaupt am weitesten nach Norden reicht[11]). Einige markante Typen stellt Abb. 100 dar.

7. Familie. **Codiaceae.** (Abb. 101.) Anfangs „einzellig“, später häufig durch ringförmig auftretende Zelluloseverdickungen $\pm$ septiert. Meist mit Rhizoiden und stengelähnlichen Teilen, reich verzweigt; die Zweige sind oft so dicht miteinander verflochten, daß sie mächtige, anscheinend parenchymatöse Zellkörper bilden. Die peripheren Partien sind häufig mit kohlensaurem Kalke inkrustiert. Gametenkopulation bei einigen Gattungen sichergestellt.

In tropischen und subtropischen Meeren. — *A*. Thallus gestielt, pinselförmig: *Penicillus* (Abb. 101, Fig. 1), tropisch, nur *P. mediterraneus* im Mittelmeere. — *B*. Thallus gestielt, fächerförmig: *Udotea* (z. B. *U. Desfontainii* [Abb. 101, Fig. 2] nicht mit Kalk inkrustiert, *U. flabellata* inkrustiert). — *C*. Thallus aus einzelnen Gliedern aufgebaut, inkrustiert: *Halimeda* (Abb. 101, Fig. 3) (z. B. *H. Tuna*, *H. Opuntia* u. a.). — *D*. Thallus krustenförmig: *Codium adhaerens*, kugelig: *C. bursa*, oder zylindrisch: *C. tomentosum*.

2. Unterordnung. **Siphonocladales.** Thallus meist mit Querwänden.

8. Familie. **Valoniaceae.** Anfangs „einzellig“, später durch Ausbildung kleiner, den Wänden aufsitzender Randzellen deutlich mehrzellig werdend,

---

[11]) Vgl. A. Weber van Bosse, Monographie des Caulerpes, 1898.

meist mit Rhizoiden, verzweigt. Schwärmsporen. Gametenkopulation wahrscheinlich.

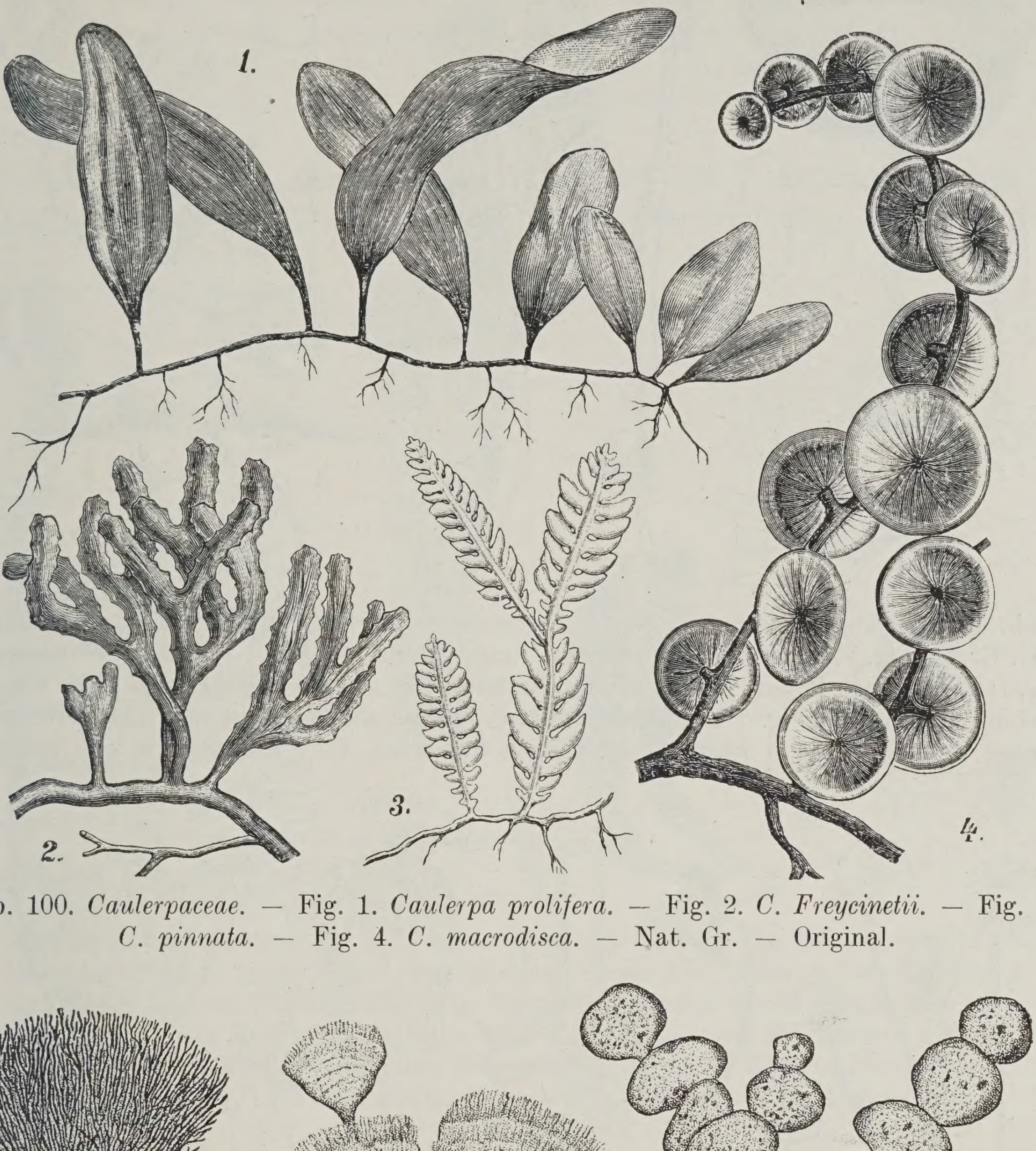


Abb. 100. *Caulerpaceae.* — Fig. 1. *Caulerpa prolifera.* — Fig. 2. *C. Freycinetii.* — Fig. 3. *C. pinnata.* — Fig. 4. *C. macrodisca.* — Nat. Gr. — Original.

Abb. 101. *Codiaceae.* — Fig. 1. *Penicillus capitatus.* — Fig. 2. *Udotea Desfontainii.* — Fig. 3. *Halimeda Tuna.* — Nat. Gr. — Original.

In tropischen und subtropischen Meeren, epiphytisch. Artenreiche Gattung: *Valonia* mit schirm- oder büschelförmig verzweigtem Thallus. — *Halicystis, Blastophysa.* — In den einfachsten Formen den *Protosiphonaceae* und *Botrydiaceae* sich nähernd.

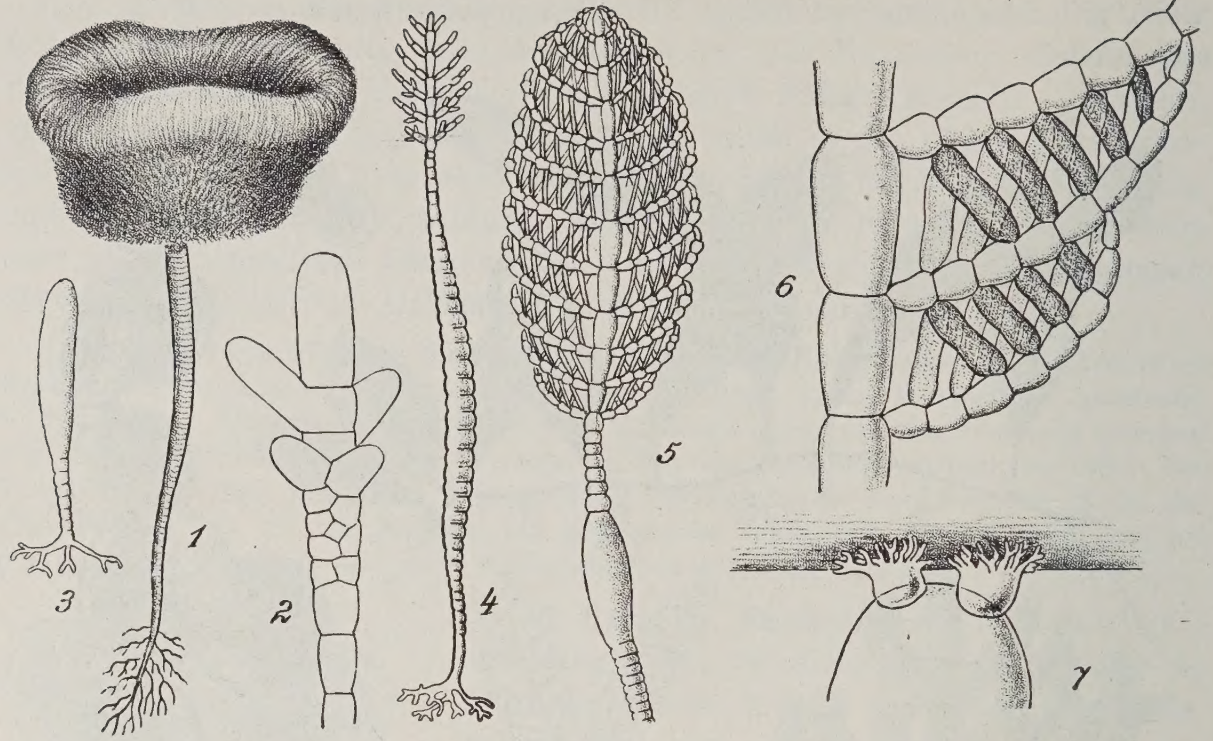


Abb. 102. *Siphonocladaceae.* — Fig. 1. *Chamaedoris annulata β copulata*, ganze Pflanze; nat. Gr. — Fig. 2. *Siphonocladus pusillus*, junge Pflanze vergr. — Fig. 3—7. *Struvea plumosa*; Fig. 3 junge Pflanze; Fig. 4 älteres Stadium; Fig. 5 erwachsene Pflanze; Fig. 6 Stück des obersten Teiles; Fig. 7 Haftorgane, mittels welcher die Zellen in Fig. 6 in Verbindung stehen, vergr. — Fig. 1 nach Wille, 2 nach Schmitz, 3—7 nach Murrey u. Boodle.

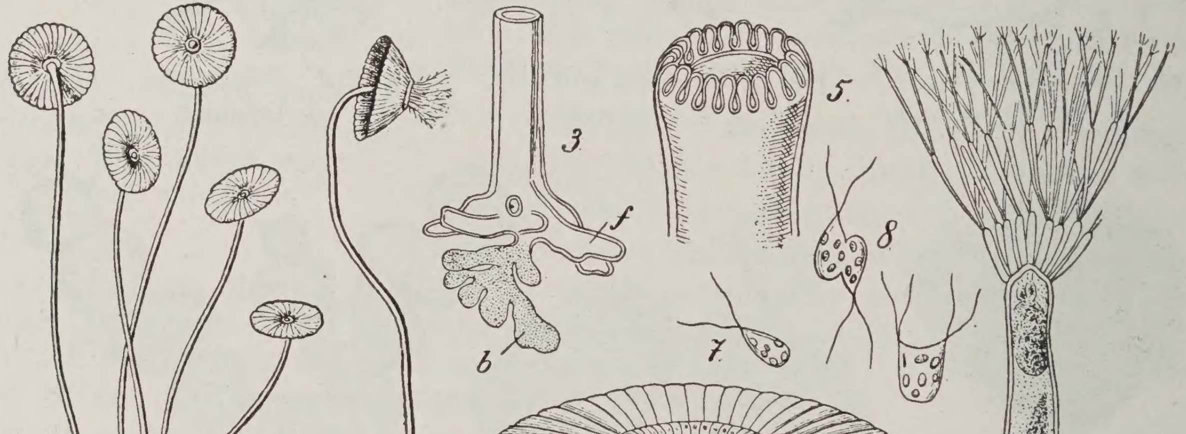


Abb. 103. *Dasycladaceae.* — *Acetabularia mediterranea.* — Fig. 1. Gruppe von Individuen in nat. Gr. — Fig. 2. Ein einzelnes Individuum mit Schirm und verzweigten sterilen Fäden; nat. Gr. — Fig. 3. Basalteil; Überwinterungszustand; *f* Fuß, *b* Basalblase (Reservestoffbehälter); 20fach vergr. — Fig. 4. Spitze mit verzweigten sterilen Fäden, vor Ausbildung des Schirmes; 37fach vergr. — Fig. 5. Spitze mit Anlage des Schirmes; stärker vergr. — Fig. 6. Schirm im Längsschnitt mit Aplanosporen *s*; *n* Narben der abgefallenen Äste; 5fach vergr. — Fig. 7 u. 8. Gameten und deren Kopulation. — Fig. 1 Original, 2, 4, 5, 7 nach Woronin, 3, 6, 8 nach De Bary und Strasburger.

9. Familie. **Siphonocladaceae.** (Abb. 102.) Anfangs „einzellig", meist bald deutlich vielzellig werdend. Hauptfaden mit Rhizoiden befestigt, oberwärts ± reich und regelmäßig verzweigt. Schwärmsporen.

In tropischen und subtropischen Meeren. *Chamaedoris* (Abb. 102, Fig. 1), „einzellig" bleibend. — *Struvea* (Abb. 102, Fig. 3—7), deutlich vielzellig, letzte Verzweigungen sich miteinander verankernd, so daß eine netzartige Gesamtbildung entsteht. — *Siphonocladus* (Abb. 102, Fig. 2).

10. Familie. **Dasycladaceae.** (Abb. 103—105.) Anfangs scheinbar einzellig, später deutlich vielzellig, mit einer axilen einfachen Zelle und quirlig

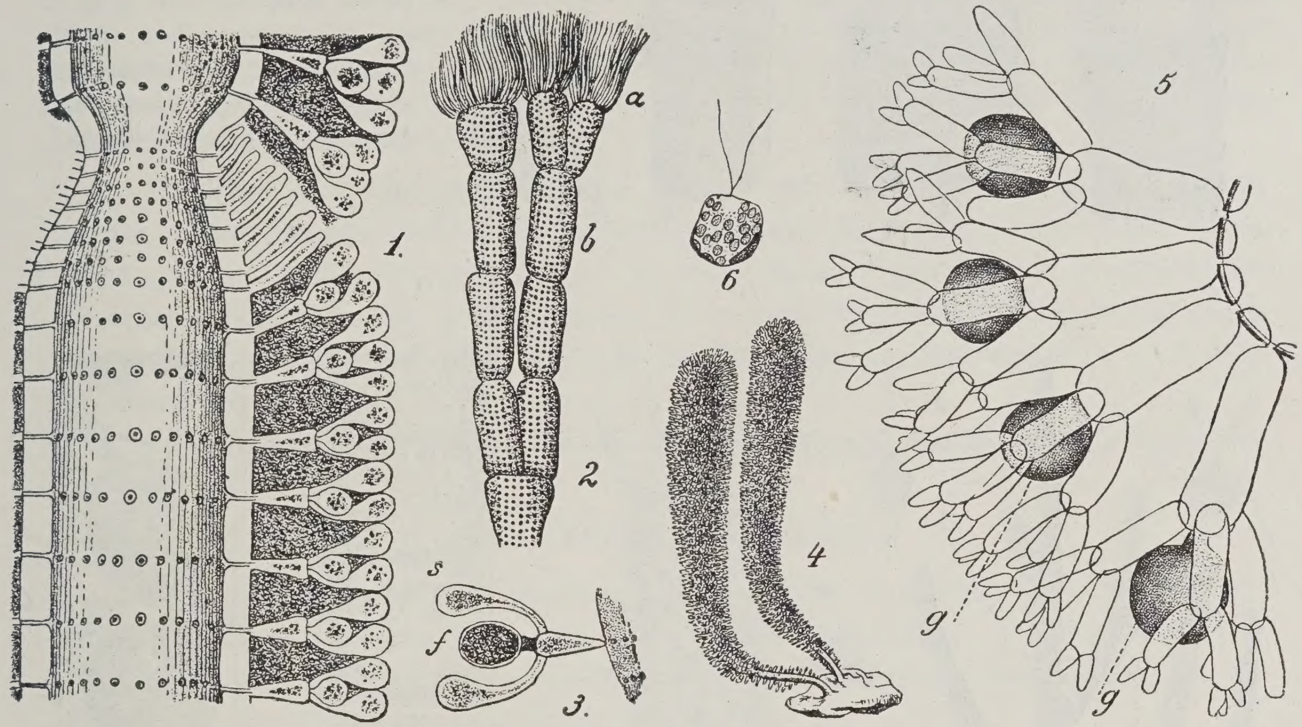


Abb. 104. *Dasycladaceae.* — Fig. 1—3. *Cymopolia barbata.* Fig. 1 Längsschnitt durch ein Stück des Thallus, vergr.; Fig. 2 Habitus eines Stückes der Pflanze, schwach vergr., *a* Glieder mit Büschelhaaren, *b* ohne solche; Fig. 3 ein Wirtelast mit einem Sporangium (*f*) und zwei seitlichen sterilen Zellen (*s*), vergr. — Fig. 4—6. *Dasycladus clavaeformis.* Fig. 4 Habitusbild in nat. Gr.; Fig. 5 Stück eines Zweigwirtels, vergr., *g* Gametangien; Fig. 6 Gamete, stark vergr. — Fig. 1—3 nach Solms-Laubach, Harvey und Kützing, Fig. 4—6 nach Oltmanns.

entspringenden gegliederten Ästen. Rhizoiden stets vorhanden. Membran häufig mit Kalk inkrustiert. Gametenkopulation. Die Gameten gehen aus Sporangien hervor oder aus Aplanosporen.

In tropischen und subtropischen Meeren, einzelne im Mittelmeere. Fossile Dasycladaceen vom Karbon bis zum Tertiär (Abb. 105)[12].

A. Sterile und fertile Äste wesentlich verschieden: *Acetabularia* (mehrere Arten in tropischen Meeren, *A. mediterranea* [Abb. 103] im Mittelmeere) mit zu einem Schirme verwachsenen fertilen Ästen. — *B.* Sterile und fertile Äste nicht wesentlich verschieden, z. B. *Dasycladus* (*D. clavaeformis* im Mittelmeere, vgl. Abb. 104, Fig. 4—6) ohne Kalkinkrustation; *Cymopolia* (z. B. *C. barbata* [Abb. 104, Fig. 1—3], Mexiko, Kanarische Inseln und Spanien), *Neomeris* (Madagaskar, Westindien), *Bornetella* (Australien) u. a. mit Kalkinkrustation.

[12]) Vgl. Pia J., Beitr. z. Geol. u. Paläont. Öst.-Ung., Bd. XXV, 1911 und in Abhandl. d. zool.-bot. Ges. Wien, 1920.

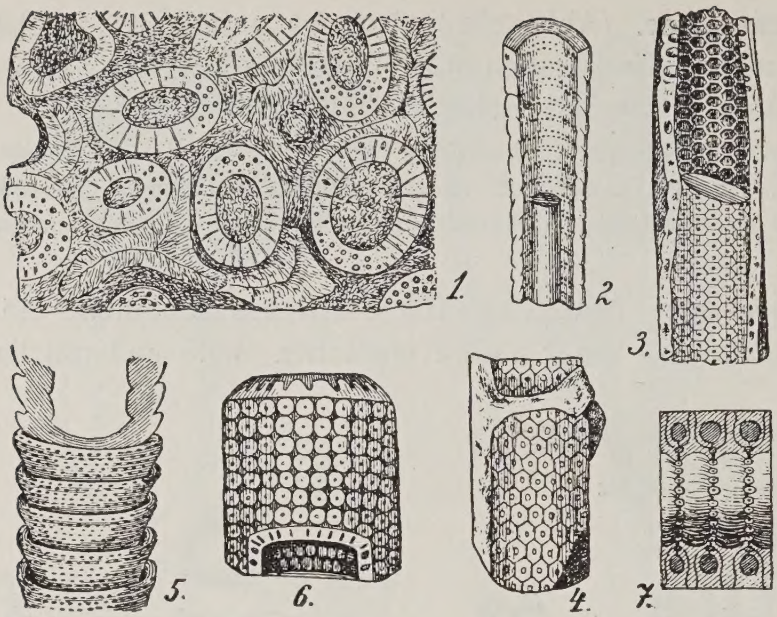


Abb. 105. Fossile Dasycladaceen. — Fig. 1. Geschliffenes Gesteinsstück mit *Diplopora* sp. — Fig. 2. *Diplopora annulata*. — Fig. 3 u. 4. *Gyroporella vesiculifera*. — Fig. 5. *Teutloporella triasina*. — Fig. 6. *Neomeris scrobiculata*. — Fig. 7. *Cymopolia elongata*. — Fig. 2 bis 4 nat. Gr., 1 u. 5 za. 3fach vergr., 6 u. 7 15fach vergr. — Fig. 1—4 nach Benecke, 7 nach Gümbel.

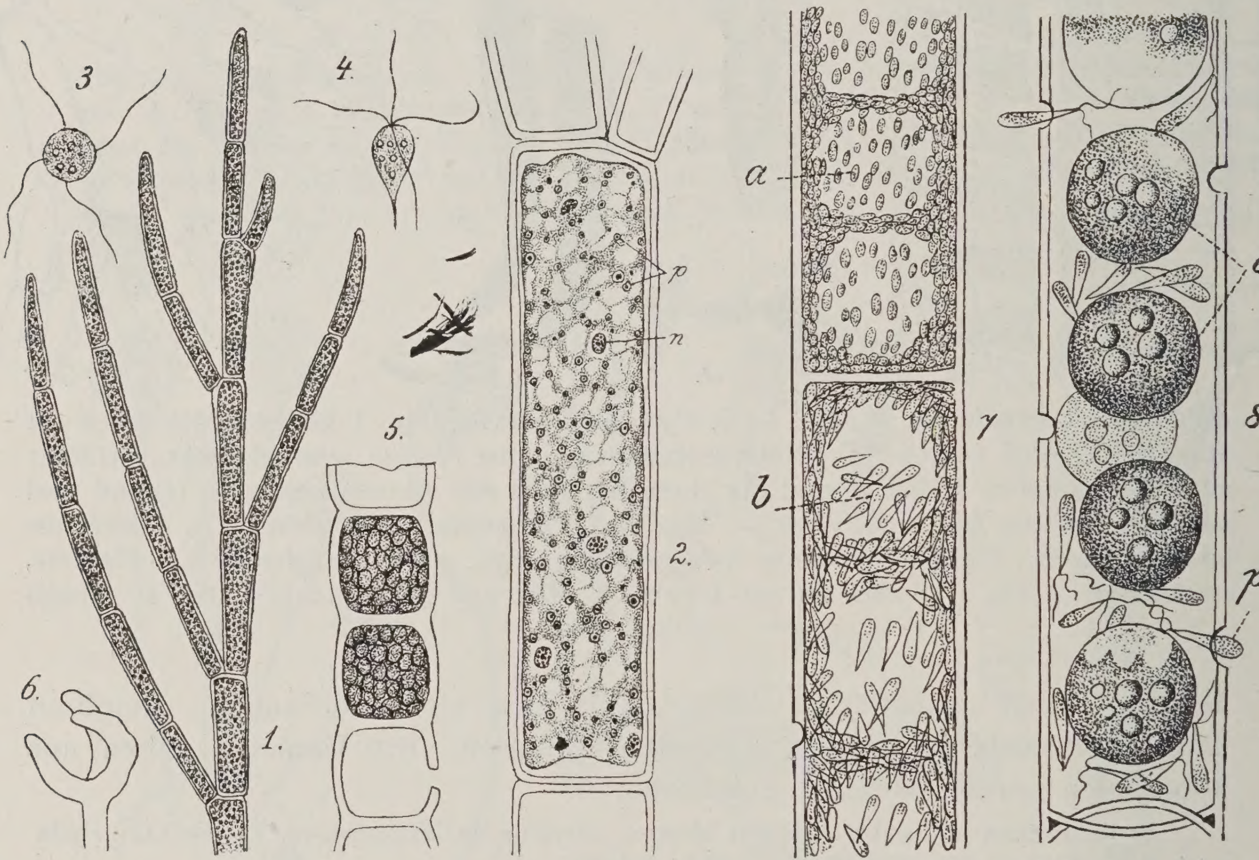


Abb. 106. *Cladophoraceae* (Fig. 1—6) u. *Sphaeroplaeaceae* (Fig. 7 u. 8). — Fig. 1 u. 2 *Cladophora glomerata*. Fig. 1 Thallusstück bei 100facher Vergr.; Fig. 2 einzelne Zelle nach Extraktion des Chlorophylls und Tinktion, *n* Nucleus, *p* Pyrenoide, 560fach vergr. — Fig. 3 u. 4. Schwärmsporen von *Urospora penicilliformis*; 500fach vergr. — Fig. 5. Fadenstück derselben Alge, Schwärmsporen bildend; 200fach vergr. — Fig. 6. Helicoid von *Pithophora Cleveana*; 50fach vergr. — Fig. 7 u. 8. *Sphaeroplaea annulina*; Fig. 7 Fadenstück mit einer vegetativen (*a*) und einer Spermatozoiden bildenden (*b*) Zelle; Fig. 8 Eizellen (*o*) von Spermatozoiden (*p*) umgeben. — Fig. 1 u. 2 Original, 3—5 nach Areschoug, 6 nach Wittrock, 7 u. 8 nach Klebahn.

11. Familie. **Cladophoraceae.** (Abb. 106, Fig. 1—6.) Deutlich vielzellig, eine unverzweigte oder verzweigte Zellreihe bildend. Anfangs stets mit Rhizoiden festsitzend, später oft schwimmend. Außer den Rhizoiden kommen auch an den Ästen krallenartige Haftorgane (Helicoide) vor. Zellvermehrung vorherrschend am Fadenende. Vegetative Vermehrung durch Schwärmsporen mit 2—4 Cilien und bei mehreren Gattungen durch Akineten; sexuelle Vermehrung durch Gametenkopulation.

Im Süß- und Seewasser. *A.* Thallus unverzweigt oder wenig verzweigt: *Chaetomorpha*, mit vielen marinen Arten (*Ch. Linum*); *Rhizoclonium* (*Rh. hieroglyphium* sehr verbreitet). — *B.* Thallus reich verzweigt: *Cladophora* (Abb. 106, Fig. 1 u. 2) mit zahlreichen Arten. Sehr verbreitet sind *C. fracta* im Süßwasser, *C. lanosa* und *C. rupestris* im Meerwasser; *C. Sauteri* bildet manchmal runde Klumpen von 1—30 *cm* Durchmesser („Seeknödel" der Alpenseen); *Cladophora*-Arten bildeten mitunter beim Eintrocknen von Teichen u. dgl. häutige Massen („Meteorpapier").

12. Familie. **Sphaeroplaeaceae.** (Abb. 106, Fig. 7 u. 8.) Deutlich vielzellig, unverzweigte Zellfäden, freischwimmend. Sexuelle Vermehrung durch Antheridien und Oogonien, die in der Form vegetativen Thalluszellen gleichen. Eizellen in großer Zahl in einem Oogonium; Spermatozoiden keulenförmig mit 2 Cilien. Bei der Keimung gehen aus der Oospore 1—8 Zoosporen hervor.

Sphaeroplaea annulina (mit 2 Subspezies) im süßen Wasser Europas und Nordamerikas. Oosporen zinnoberrot.

5. Ordnung. *Charales.*

Bewegliche vegetative Stadien fehlen. Stets vielzellig, von sehr regelmäßigem Baue. Zellen einkernig oder später vielkernig. Ungeschlechtliche Fortpflanzung nur durch Thallusstücke; keine Schwärmsporen. Oogonien berindet. Spermatozoiden schraubig gekrümmt.

Einzige Familie: **Characeae**[13]). (Abb. 107 u. 108.) Vielzellig. Thallus von weitgehender Differenzierung und Regelmäßigkeit, stets mit Rhizoiden befestigt. Junge Zellen einkernig, ältere zum Teile (Internodialzellen) vielkernig. Habituell gleicht der Thallus einem fadenförmigen, 2 *cm* bis 1 *m* langen Stengel mit nadelförmigen, quirligen Blättern (Abb. 107, Fig. 1 *a*) und in den Achseln der Blätter entspringenden, den Bau des Hauptstengels wiederholenden Ästen (Abb. 107, Fig. 1 *z*). Dieser Habitus kommt durch folgende Entwicklung zustande. Der anfänglich fadenförmige Thallus weist Zellteilungen zunächst nur in der Scheitelzelle (Abb. 108, Fig. 1 *s*) auf. Von den so gebildeten Zellen werden die einen zu langgestreckten „Internodialzellen" (Fig. 1 *i*), die zwischen diesen liegenden zu „Knotenzellen" (Fig. 1 *k*). Von diesen Knotenzellen gehen 4 bis 10 quirlig gestellte Äste

[13]) Vgl. außer der allg. Literatur über *Chlorophyceae* speziell: Migula W., Die *Characeae*, in Rabenhorst, Kryptogamenflora, 2. Aufl., V., 1897; Synopsis Characearum eur., 1898. — Goetz, Üb. d. Entw. d. Eikn. bei d. Charac. Bot. Zeitg., 1899. — Giesenhagen K., Unters. üb. die Charac., I—III. Flora, Bd. 82, 83, 85, 1896—1898. — Robinson Ch. B., The Charac. of N. Am. Bull. New-York Bot. Gard., vol. IV, 1905—1907. — Holtz L., *Characeae*, in Krypt.-Fl. d. Mark Brandenb., IV. Bd., 1903.

mit begrenztem Wachstume aus (Abb. 108, Fig. 1 *a*, Abb. 107). Diese „blattartigen Äste“ stimmen im wesentlichen im Bau mit den Hauptfäden überein. Sie beginnen an der Basis mit einer Internodialzelle (Abb. 108, Fig. 1 *i*,), dann folgt eine Knotenzelle, der sogenannte „Basilarknoten“ (Abb. 108, Fig. 1 *bk*). Aus dieser Knotenzelle können nun einerseits wieder „Äste“ mit unbegrenztem Wachstume (Abbildung 107, Fig. 1 *z*), welche den Bau der Hauptfäden wiederholen, anderseits (bei einzelnen Gattungen) Zellen hervorgehen, welche entlang den Internodialzellen des Hauptfadens nach oben und unten verlaufen und eine Berindung derselben (Abb. 108, Fig. 1 *r*) bilden. Die „Rindenzellen“ stellen ihr Längenwachstum erst ein, wenn sie die vom anderen Ende der Internodialzelle ihnen entgegenwachsenden Rindenzellen treffen (Abb. 108, Fig. 2 *r*). Später erfahren die Rindenzellen vielfach Teilungen, welche jenen in den Hauptfäden und Ästen des Thallus analog sind. Aus den unteren Knoten des Hauptfadens gehen Rhizoide hervor, die gleichfalls Spitzenwachstum besitzen und eigentümliche gelenkähnliche Querwände aufweisen. — In den Internodialzellen und Rhizoiden ist gewöhnlich lebhafte Plasmaströmung zu beobachten. Die Membran ist gewöhnlich mit Kalk inkrustiert, daher die ganze Pflanze oft sehr brüchig.

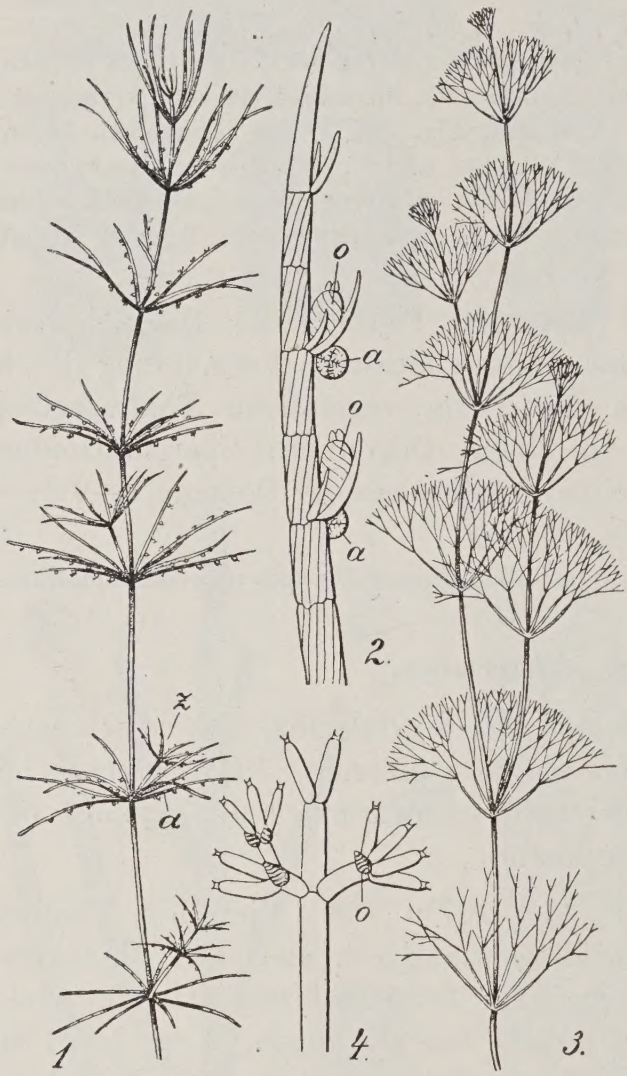


Abb. 107. *Characeae.* — Fig. 1. Habitusbild von *Chara fragilis*, oberer Teil der Pflanze; nat. Gr. — Fig. 2. Ein einzelner Ast derselben mit Antheridien (*a*) und Oogonien (*o*); vergr. — Fig. 3. Habitusbild von *Nitella gracilis*, oberer Teil der Pflanze; nat. Gr. — Fig. 4. Ein einzelner Ast von *N. partita* mit Oogonium *o*; vergr. — Fig. 1 u. 2 nach Thuret, 3 nach Migula, 4 nach Nordstedt.

Vegetative Vermehrung durch stärkereiche Rhizoidenknöllchen, durch Knöllchen, die aus den Knotenzellen der Hauptfäden hervorgehen, sowie durch einzelne Zweige und Thallusfragmente. Sexuelle Fortpflanzung durch Antheridien und Oogonien. Erstere gehen entweder aus dem Endgliede eines „blattartigen“ Seitenastes *(Nitella)* oder aus dem eines „blattartigen“ Seitenastes 2. Ordnung hervor; die Oogonien vertreten ganze derartige Seitenäste 2. Ordnung. Die Antheridien sind (Abb. 108, Fig. 2 *a*) kugelige,

rotgefärbte Körper; ihre Wand besteht aus 9 Zellen, von denen 8 plattenförmig sind. Aus jeder dieser „Schildzellen" (Abb. 108, Fig. 6 *s*) ragt nach

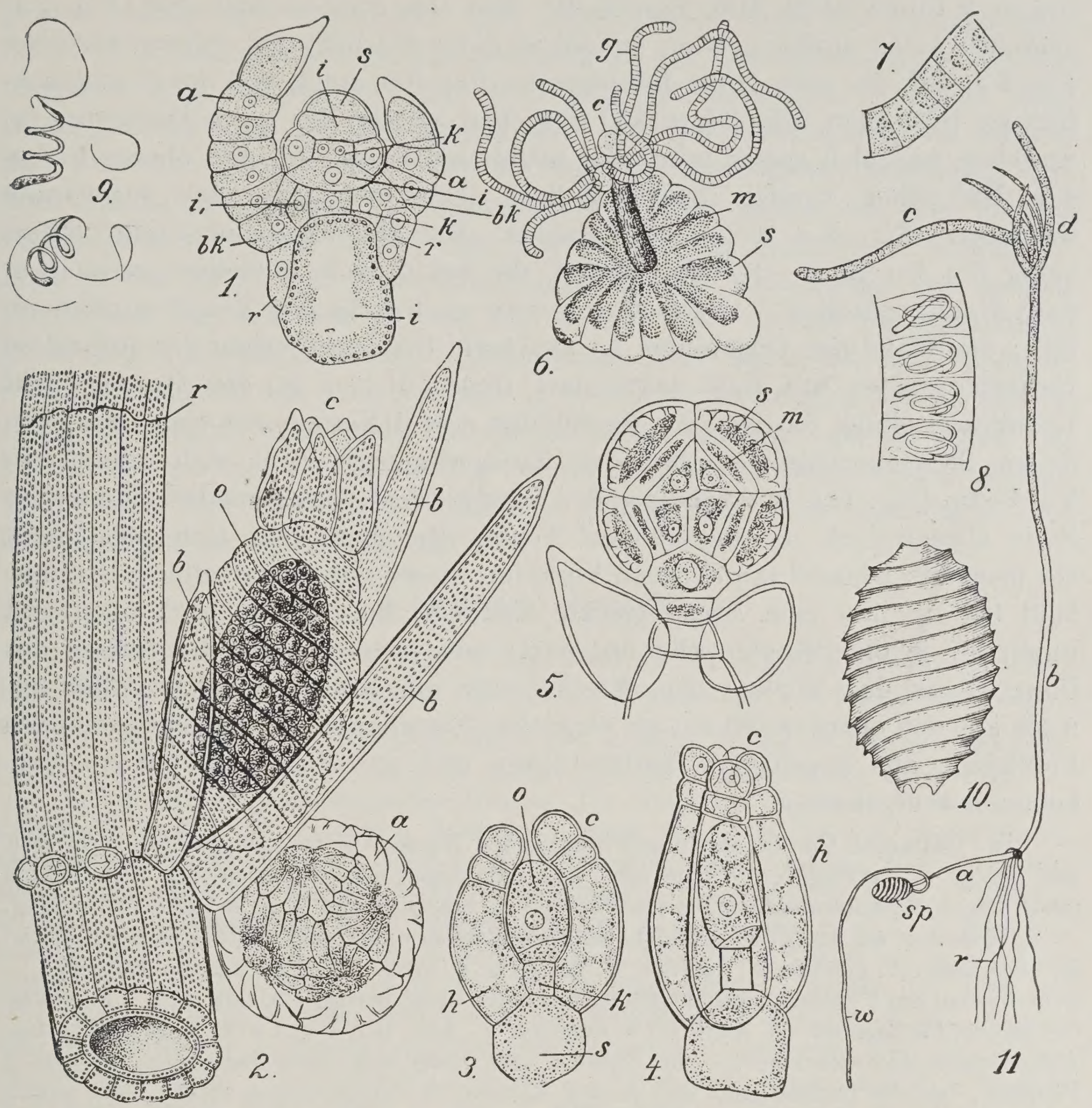


Abb. 108. *Characeae.* — Fig. 1, 2, 6, 9—11 *Chara fragilis*; Fig. 3—5, 7, 8 *Nitella flexilis.* — Fig. 1. Thallusspitze mit Scheitelzelle *s* und den Anlagen von Ästen *a*, *i* Internodialzellen, *k* Knotenzellen, *i*, Internodialzelle, mit der der linke Ast beginnt, *bk* Basilarknotenzellen der Seitenäste, der des linken hat nach oben eine Zelle und nach unten eine Rindenzelle *r* abgegeben, bei der des rechten Astes ist die Rindenzelle *r* eben in Entstehung. — Fig. 2. Thallusstück mit Oogonium *o* und Antheridium *a*. *c* Krönchen, *b* blattartige Äste, *r* Rindenzellen. — Fig. 3 u. 4. Anlage des Oogoniums, *o* Eizelle, am Grunde mit „Wendungszellen", *h* Hüllzellen, *c* Krönchen, *k* Knotenzelle, *s* Internodialzelle. — Fig. 5. Anlage des Antheridiums im Längsschnitte; *s* u. *m* wie Fig. 6. — Fig. 6. Eine Schildzelle *s* mit Manubrium *m*, Capitulum *c* und den Mutterzellen der Spermatozoiden *g*. — Fig. 7. Einige dieser Zellen, jung. — Fig. 8. Dieselben mit reifen Spermatozoiden. — Fig. 9. Spermatozoiden. — Fig. 10. Oospore. — Fig. 11. Vorkeim. — Fig. 2, 10 u. 11 schwach, die übrigen stark vergr. — Fig. 1—5, 7 u. 8 nach Sachs, 6 u. 9 nach Thuret, 10 Original, 11 nach N. Pringsheim.

innen eine kegelförmige Zelle (Manubrium, Fig. 6 *m*) hervor, welche am Ende mehrere kugelige Zellen (Capitulum *c*) trägt, von denen lange, mannig-

fach gekrümmte Zellfäden (*g*) ausgehen; diese bestehen aus den Mutterzellen der Spermatozoiden. Letztere sind schraubenförmig gewunden und tragen 2 Cilien (Abb. 108, Fig. 7—9). Die Oogonien (Abb. 108, Fig. 2 *o*) sind den Ästen analog gebaut, sie sitzen einer Stielzelle (= Internodialzelle, Fig. 3 *s*) auf, der eine kurze Knotenzelle (Fig. 3 *k*) folgt, von der 5 schlauchförmige Hüllzellen (Fig. 3 *h* u. 4 *h*) ausgehen, welche das große Oogonium (*o*) umgeben und sich später schraubig um dieses legen. An den oberen Enden der Hüllzellen werden 5—10 Zellen abgeschnürt, die das sogenannte Krönchen (Fig. 2 *c*, 3 *c* u. 4 *c*) bilden. Die Oogoniummutterzelle liefert außer der Eizelle 1—3 kleine Zellen, die am Grunde derselben verbleiben, die „Wendungszellen". — Die Oosporen sind dicht mit Reservestoffen erfüllt; die Wand des Oogoniums ist gleichwie die Innenwände der Hüllzellen verkorkt, später mit Kalk inkrustiert (Fig. 10). — In der Oospore tritt Reduktionsteilung ein, welche die Bildung von 4 Kernen zur Folge hat, von denen 3 degenerieren. — Bei der Keimung entwickelt sich zuerst ein Vorkeim (Fig. 11). In der keimenden Oospore (*sp*) wird zunächst eine untere Zelle abgegliedert, die unverändert bleibt, die obere teilt sich und liefert ein primäres Rhizoid (*w*) und den Vorkeim; dieser wird mehrzellig (*a*—*c*), alsbald tritt in ihm eine langgestreckte Zelle (*b*) hervor, die nach oben und unten an je eine Knotenzelle angrenzt; aus ersterer wird die Anlage des Hauptfadens des Thallus (*d*), aus letzterer ein Kranz von Rhizoiden (*r*). Auch aus den obenerwähnten, als vegetative Fortpflanzungsorgane fungierenden Knöllchen, aus abgelösten Thallusstücken und aus Rhizoiden können Vorkeime hervorgehen.

Die Characeen sind im süßen und brackischen Wasser auf der ganzen Erde verbreitet. Die infolge der verkalkten Wände sehr resistenzfähigen Sporen finden sich nicht selten fossil. Durch Kalkabsonderung spielen Ch. vielfach eine wichtige Rolle bei der Tuffbildung. — *A.* Krönchen aus 10 Zellen gebildet, Internodialzellen unberindet: *Nitella* (häufige Arten: *N. mucronata*, *N. gracilis*, *N. hyalina*, *N. flexilis* u. a., Abb. 107, Fig. 3 u. 4), *Tolypella*. — *B.* Krönchen aus 5 Zellen gebildet, Internodialzellen meist berindet: *Chara* (z. B. *Ch. crinita*, *Ch. foetida*, *Ch. hispida*, *Ch. fragilis*, *Ch. aspera* u. a., Abb. 107, Fig. 1 u. 2), *Lamprothamnus*, *Tolypellopsis*, *Lichnothamnus*. — Bei *Chara crinita* finden sich außer den seltenen ♂ und ♀ Pflanzen, welche haploid sind und in den Kernen 12 Chromosomen führen, sehr häufig diploide weibliche Pflanzen, welche sich ohne Befruchtung apogam vermehren. Ernst führt diese Erscheinung auf eine vorhergegangene Kreuzung zurück[14]).

Die Characeen stellen zweifellos die höchst organisierten Chlorophyceen dar. Durch den überaus regelmäßigen Thallusbau, durch den Mangel der Zoosporenbildung, vor allem durch Form und Bau der Spermatozoiden weichen sie von allen anderen Chlorophyceen ab, was durch Aufstellung einer eigenen Ordnung zum Ausdrucke kommen soll. Anderseits sind Beziehungen zu den *Siphonales* speziell zu den Dasycladaceen unverkennbar. Sie nehmen den *Siphonales* gegenüber eine ähnliche Stellung ein, wie die Coleochaetaceen den anderen *Ulotrichales* gegenüber. Da *Characeae* und *Coleochaetaceae* die höchstentwickelten Chlorophyceen darstellen, ist es verständlich, daß man wiederholt in ihnen die Vorläufer der Cormophyten, speziell der

---

[14]) Vgl. Ernst A., Bastardierung als Urs. d. Apogamie. Jena 1918.

Archegoniaten erblicken zu können glaubte. Ja, sogar die systematische Zuweisung der Characeen zu den Archegoniaten wurde erwogen. Dazu liegt jedoch absolut kein Grund vor. Der Generationswechsel der Archegoniaten ist nicht einmal andeutungsweise vorhanden; die Ähnlichkeit der berindeten Oogonien mit den Archegonien ist eine rein äußerliche, sie sind ihrer Bildungsweise nach von den Archegonien gänzlich verschieden; die Bildung des Vorkeimes stellt eine recht interessante Konvergenzerscheinung dar, doch ist die Entwicklung des Vorkeimes eine ganz andere als etwa die des Protonemas bei einem Moose. Die einzige wirklich vorhandene Ähnlichkeit liegt in der Form der Spermatozoiden, die aber keineswegs von solcher Wichtigkeit ist, daß man auf sie hin irgendwelche direkte phylogenetische Beziehungen annehmen könnte. Eine gewisse Rolle haben bei dem Versuche, die Characeen mit den Archegoniaten in Beziehung zu bringen, die Wendungszellen im Oogonium gespielt. Es ist zweifellos richtiger, sie im Sinne von Ernst und Goebel zur Aufklärung der Homologien zwischen Oogonium und Antheridium der Characeen[15]), als zur Konstruktion von Homologien mit den Archegonien heranzuziehen.

2. Klasse. Fungi[16]).

Einzellig oder (zumeist) mehrzellig, dabei in den meisten Fällen mit deutlicher Differenzierung in Organe, welche der Ernährung, und in solche, die der

[15]) Vgl. Ernst A., Üb. Pseudohermaphrodit. u. Mißb. d. Oog. b. *Nitella.* Flora 1901. — Goebel K., Über Homol. i. d. Entw. männl. u. weibl. Geschlechtsorg. Flora 1902.

[16]) Vgl. von zusammenfassenden Werken: De Bary A., Vergleichende Morphologie u. Biologie der Pilze, Mycetozoen u. Bakterien. Leipzig 1884. — Brefeld O., Botan. Untersuchungen über Schimmelpilze, Heft 1—4; Bot. Unters. über Hefepilze, Heft 5; Unters. aus d. Gesamtgeb. d. Mykologie, Heft 6—15. Leipzig u. Münster 1872—1912. — Rabenhorst L., Kryptogamenflora von Deutschl., Österr. u. d. Schweiz, 2. Aufl., I. Pilze, bearbeitet von G. Winter, H. Rehm, H. Sadebeck, A. Allescher, E. Fischer, G. Lindau, Leipzig 1880—1910. — Schröter J., Pilze in Kryptogamenflora v. Schles., III; 1889 und 1897—1908. — Zopf W., Die Pilze in Schenk, Handbuch der Botanik, IV. Bd., Breslau 1890. — Saccardo P. A., Sylloge Fungorum omnium hucusque cognitorum, Tom. I bis XXII., Patavii 1882—1913. — Schröter J., Lindau G., Fischer E., Hennings P. in Engler u. Prantl, Natürl. Pflanzenfam., I. Abt., 1, 1892—1900. — Tavel F. v., Vergleichende Morphologie d. Pilze, 1892. — Lotsy J. P., Vortr. üb. bot. Stammesgesch., I., 1907. — Atkinson G. F., Some probl. in the ovol. of the low. Fungi. Ann. mycol., VII., 1909. — Klebahn, Lindau, Herter, Diedicke u. a. in Krypt.-Fl. der Mark Brandenburg, 1905 ff. — E. Fischer, Lendner, Schellenberg, G. Büren in Beitr. z. Krypt.-Fl. d. Schweiz, 1904 ff. — E. Fischer in Handwörterb. d. Naturw., VII., 1912. — Gwynne-Vaughan H., Fungi, 1912. — Über Parasiten der Kulturpflanzen vgl. insbesondere: Kirchner O., Die Krankh. u. Beschädig. uns. landw. Kulturpfl., 2. Aufl., 1906. — Sorauer P., Handbuch der Pflanzenkrankheiten, II. Bd., bearb. v. Lindau, 3. Aufl., 1908; 4. Aufl., 1. Teil, 1921. — Tubeuf K. v., Pflanzenkrankheiten, Berlin 1895. — Frank A. B., Die Krankh. d. Pflanzen, II. Bd., 2. Aufl. 1896. — Eriksson J., Die Pilz-Krankh. d. landw. Kulturpfl.; deutsch v. A. Y. Grevillius, 1913. — Klebahn H., Phytopathologie, 1912. — Neger F. W., Krankheiten d. Waldbäume, 1919. — Stevens F. L., The fungi which cause plant. dis. New York 1913. — Oudemans C. A. J., Enum. syst. Fung. Vol. I—III, 1919—21. — Über technisch wichtige Pilze vgl.: Lafar F., Handb. d. techn. Mykolog. 1904. — Über Literatur vgl.: Lindau G. et Sydow P., Thesaurus litteraturae mycol. et lichenol. 2 Bde., 1908 u. 1909.

Fortpflanzung dienen. Zelle (mit wenigen Ausnahmen) mit deutlicher Membran[17]), welche aus Zellulose oder Chitin besteht, mit Kern und Cytoplasma. „Vielkernige Zellen“ kommen vor. Chlorophyll oder andere funktionell gleichwertige Stoffe und durch diese gefärbte Chromatophoren fehlen. Die vegetativen Zellen sind zumeist fadenförmig (Hyphen) oder zu mit Spitzenwachstum begabten Fäden verbunden, die sich vielfach zu ansehnlichen Geflechten (Mycelium) und überdies oft zu größeren, die Fortpflanzungsorgane tragenden Körpern (Fruchtkörper) verbinden. Die Verbindung der Hyphen untereinander ist dabei eine lose (Plektenchym) oder eine so innige, daß das ganze an die parenchymatischen Gewebe erinnert (Pseudoparenchym). Vegetative Fortpflanzung, respektive Vermehrung findet in mannigfacher Weise statt: durch Fragmentation der Mycelien und Auswachsen der Fragmente zu neuen Individuen, durch endogen in Mutterzellen (Sporangien) entstehende Sporen (Endosporen), durch exogen gebildete, abgeschnürte Sporen (Konidien), durch Zerfall eines Zellfadens in seine einzelnen, fortpflanzungsfähigen Zellen (Oidiumbildung), durch in der Kontinuität des Hyphenfadens auftretende oder durch Umbildung vegetativer Hyphen entstehende sporenartige Gebilde (Chlamydosporen) etc. Nur selten haben endogene Sporen den Charakter von Schwärmsporen (bei *Phycomycetes*). Sexuelle Fortpflanzung wurde bei zahlreichen Pilzen sicher nachgewiesen, und zwar: Kopulation ruhender Teile (*Zygomycetes*), Eibefruchtung mit zum Oogonium hinwachsenden Antheridien (*Saprolegniineae, Ascomycetes* zum Teil) oder mittels beweglicher Spermatozoiden (*Monoblepharidales*) oder endlich mittels unbeweglicher Spermatien (*Ascomycetes* zum Teil, speziell *Laboulbeniales*). Parthenogenese kommt vor. Bei vielen Pilzen erscheint der Befruchtungsvorgang stark vereinfacht.

Außer einer Art der sexuellen Fortpflanzung können eine oder mehrere Arten vegetativer Fortpflanzung bei demselben Pilze vorkommen, ebenso bloß mehrere Arten der letzteren. Diese verschiedenen Arten der Fortpflanzung stehen entweder nicht mit einem obligaten Generationswechsel im Zusammenhange, sondern sind der Ausdruck der Anpassung an verschiedene Lebensbedingungen, oder aber es kommt zu einem typischen antithetischen Generationswechsel. Manche Sporen (vegetative wie sexuelle) haben den Charakter von Dauersporen; es kommt auch Umbildung ganzer Mycelien oder Mycelteile zu Dauergeweben (Sklerotien und Rhizomorphen) vor.

Nur ein relativ kleiner Teil der Pilze ist wasserbewohnend; die Mehrzahl lebt außerhalb des Wassers. Die Pilze entnehmen ihre Nahrung in Form organischer Verbindungen lebenden Organismen (parasitische Pilze) oder nicht lebenden Substraten (saprophytische Pilze) oder sie empfangen

---

[17]) Für große Gruppen der Pilze wurde nachgewiesen, daß die Zellmembran Chitin enthält, vgl. Scholl E., Die Reindarstellung v. Chitin aus *Boletus edulis*. Sitzb. d. k. Akad. Wien, CXVII. Bd., 1908. — Wettstein F., Das Vorkommen v. Chitin u. seine Verwertung als syst.-phylog. Merkmal. Sitzb. Akad. Wien, 130. Bd., 1921.

dieselben von Organismen, mit denen sie symbiotisch vereinigt sind; sie leben dabei entweder ganz im Innern des Substrates (endobiotisch) oder zum Teil außerhalb desselben (epibiotisch). Manche Pilze entsenden zur Nahrungsaufnahme Zweige (Haustorien) ihrer Mycelfäden in das Innere der Zellen der Wirtspflanze oder des Wirtstieres. Mit der Aufnahme organischer Substanzen, bzw. mit der Ausscheidung solcher durch Pilze hängen oft auffallende Veränderungen des Substrates zusammen (Krankheiten, Zerstörung abgestorbener Pflanzen- und Tierteile, Gärungen etc.).

Die Pilze sind als an die heterotrophe Lebensweise angepaßte Formenreihen aufzufassen, welche auf „Algen“ zurückzuführen sind. Der Mangel, respektive Verlust des Chlorophylls oder physiologisch analog wirkender Stoffe hängt mit jener Anpassung zusammen. Zugleich zeigen die Pilze auch die Tendenz der Anpassung an eine Lebensweise außerhalb des Wassers; damit stehen der Verlust der Befruchtung durch im Wasser schwimmende Spermatozoiden und die Tendenz zur Ausbildung von Fruchtkörpern als Hüllen für die Fortpflanzungsorgane im Zusammenhang. Diejenigen Pilze, welche den Eindruck der entwicklungsgeschichtlich am niedrigsten stehenden machen, leben noch im Wasser. Sind die Pilze auch phylogenetisch auf „Algen“ zurückzuführen, so sind sie doch hinsichtlich der morphologischen Ausgliederung und Mannigfaltigkeit weit über jene hinausgegangen, was mit der Mannigfaltigkeit der Anpassung an verschiedene Lebensweisen zusammenhängt.

Die Phylogenie der Pilze ist noch keineswegs ganz geklärt; daher hat die Systematik derselben in mehrfacher Hinsicht noch nicht den Charakter des Definitiven[18]).

Zunächst haben wir gar keinen Anlaß anzunehmen, daß die Klasse der Pilze eine monophyletische ist, es dürfte sich wiederholt der Vorgang der Umprägung von „Algen“ in „Pilze“ abgespielt haben. Wir finden einerseits bei verschiedenen Algengruppen Anpassung an die heterotrophe Ernährung verbunden mit Chlorophyllverlust, anderseits bei den Pilzen mehrfach Anklänge an Algen. In ersterer Hinsicht sei (ganz abgesehen von den Myxophyten, Schizophyten und Zygophyten) das häufige Vorkommen heterotropher Flagellaten erwähnt, das Vorkommen apochlorotischer *Volvocales* (*Polytoma*, *Chlamydoblepharis*, *Scyamina* u. a.), die Existenz farbloser und heterotropher *Protococcales* (*Myurococcus*, *Rhodochytrium*, *Prototheca* u. a.), die Annäherung an die heterotrophe Ernährung bei den *Chroolepidaceae* (*Cephaleuros*) unter den *Ulotrichales*, bei den *Valoniaceae* (*Halicystis*), *Phyllosiphonaceae* und *Botrydiaceae* (*Geosiphon*) unter den *Siphonales*.

In der zweiterwähnten Hinsicht sei hervorgehoben, daß unter den *Chytridiales* unleugbare Anklänge an die Flagellaten sich finden, daß die *Monoblepharidales* und manche Oomyzeten unschwer als apochlorotische Abkömmlinge von Chlorophyceen gedeutet werden können.

Von den drei Hauptgruppen der Pilze steht die erste, die der *Phycomycetes* nach dem eben Gesagten zweifellos den „Algen“ am nächsten, allerdings unter Festhaltung ihres polyphyletischen Charakters. Der ähnliche Zellbau, überraschend ähnliche Befruchtungsvorgänge, Vorkommen bewimperter Spermatozoiden und von Zoosporen bei einigen Formen sprechen für diese Auffassung. Die Stellung der *Phycomycetes* am Beginne des Pilzsystemes darf aber nicht so aufgefaßt werden, daß die heute lebenden Phycomyceten etwa durchwegs ursprüngliche Typen sind, von denen sich die anderen Pilze ableiten lassen; es sind relativ junge Deszendenten der Algen darunter und ihre Stellung am Beginne der Pilze ist nur der Ausdruck des Wunsches, diejenigen Pilzformen, welche den „Algen“ noch am ähnlichsten sind, diesen zu nähern und damit zu demonstrieren, wie etwa Zwischenformen zwischen „Algen“ und den höheren Pilzen ausgesehen haben können.

Die zweite Hauptgruppe der Pilze, die der *Ascomycetes*, zeigt einerseits recht klare Beziehungen zu dem durch die Phycomyceten repräsentierten Typus, auf der anderen Seite

---

[18]) Vuillemin P., Les bases actuelles de la syst. en mycolog. Progr. rei bot., II., 1908.

aber auch Befruchtungsvorgänge (Typus III, vgl. S. 193), wie solche weder bei den Phycomyceten, noch bei den Chlorophyceen vorkommen. Dies macht die Auffassung möglich, daß die Ascomyceten verschiedener Herkunft sind, die ganze Gruppe eine polyphyletische und daher systematisch umzugestaltende ist. Vorläufig ist eine solche Auflösung der Ascomyceten unmöglich; da ein Teil derselben, und zwar gerade jener Teil, dessen Befruchtungsvorgänge am besten studiert sind, sich ungezwungen den Phycomyceten anschließen läßt, da anderseits die Möglichkeit nicht ausgeschlossen erscheint, den Zusammenhang des anderen Teiles mit jenen aufzuklären, so dürfte es gegenwärtig das zweifellos richtigste sein, die Gruppe der Ascomyceten als eine einheitliche zu belassen und als stärker abgeleiteten Typus dem einfacheren Typus der Phycomyceten anzuschließen.

Die dritte Hauptgruppe der Pilze, die der *Basidiomycetes*, zeigt so klare Homologien mit der der *Ascomycetes*, daß es ungezwungen erscheint, sie als Paralleltypus derselben aufzufassen, der allerdings in mehrfacher Hinsicht entwicklungsgeschichtlich weiter gediehen ist als jener der Ascomyceten und daher auch in der Darstellung auf diese folgt.

Überblickt man das ganze Pilzreich nicht nur in morphologischer Hinsicht, sondern auch unter Beachtung des physiologischen Verhaltens, speziell der zunehmenden Unabhängigkeit von der Gegenwart des Wassers, so ergibt sich eine sehr beachtenswerte Analogie mit den Cormophyten. Wie noch weiterhin darzulegen sein wird, haben wir allen Grund, die Entwicklung der Cormophyten aus algenartigen Organismen als fortschreitende Anpassung an das Landleben aufzufassen; diese Anpassung erfolgte auf dem Wege des Generationswechsels. Nun findet sich auch bei den Ascomyceten und Basidiomyceten Generationswechsel, nämlich Wechsel zwischen Stadien mit einkernigen und solchen mit zweikernigen Zellen (bzw. Zellen mit einfacher und Zellen mit doppelter Chromosomenzahl[19]), deren Abschluß in dem einen Fall ein Sexualakt, im andern eine Reduktionsteilung ist; die haploiden, bei den Ascomyceten vorherrschenden Stadien treten bei den Basidiomyceten zugunsten der diploiden zurück. Die Pilze stellen bei dieser Auffassung eine formenreiche Abteilung des Pflanzenreiches dar, welche unter Verlust der autotrophen Ernährung aus wasserbewohnenden „Algen" auf dem Wege eines Generationswechsels zu landbewohnenden Organismen geworden sind, während die Cormophyten auf ähnlichem Wege aus wasserbewohnenden „Algen" unter Beibehaltung der autotrophen Ernährung sich weiter entwickelten.

Fossile Pilze, welche in nennenswerter Weise die Ausarbeitung des Pilzsystems beeinflussen würden, sind bisher nicht bekannt geworden. Die Existenz von Pilzen läßt sich mit Sicherheit schon für die paläolithische Epoche annehmen, und zwar auf Grund des Nachweises von Mycelien in Pflanzenresten. Aus tertiären Ablagerungen sind Polyporaceen und Agaricaceen, die von rezenten wenig abweichen, bekannt geworden.

A. Parasitisch und saprophytisch lebende Pilze[20]).

(*Eumycetes*, Pilze im engeren Sinne.)

1. Unterklasse. *Phycomycetes.* Algenpilze.

Mycelium stets oder doch im vegetativen Zustande einzellig, häufig vielkernig[21]) und ohne Scheitelwachstum; seltener schon im vegetativen Zustande vielzellig mit einkernigen Zellen. Neben verschiedenen Formen

---

[19]) Vergl. S. 38.

[20]) Einschließlich jener Pilze, welche symbiotisch mit Cormophyten vereinigt vorkommen (Mykorrhiza u. dgl.).

[21]) Über die Auffassung dieser „vielkernigen Zellen" vgl. das S. 148 Gesagte.

vegetativer Fortpflanzung ist meist auch sexuelle Fortpflanzung durch Kopulation oder Eibefruchtung vorhanden. Häufig Zoosporenbildung.

Vielfach wasserbewohnend, d. h. parasitisch oder saprophytisch auf Wassertieren und Wasserpflanzen, doch auch auf relativ trockenen Substraten.

Die zytologischen Verhältnisse der meisten *Ph.* sind wenig geklärt. Die Reduktionsteilung scheint bei der Keimung der Oosporen, respektive Zygoten einzutreten, die *Ph.* sind demnach Haplobionten, ein antithetischer Generationswechsel fehlt.

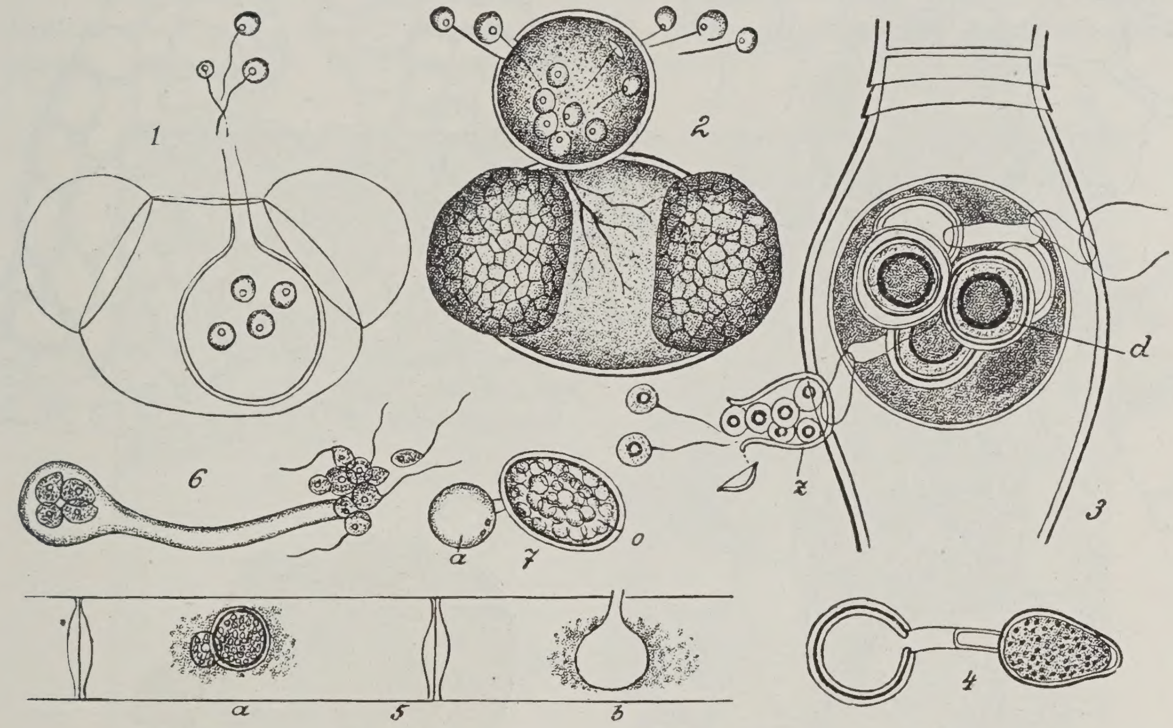


Abb. 109. *Olpidiaceae* u. *Rhizidiaceae*. — Fig. 1. *Olpidium pendulum* in einem Koniferen-Pollenkorn; 400fach vergr. — Fig. 2. *Rhizophidium pollinis*, ebenso. — Fig. 3 u. 4. *Chytridium olla.* Fig. 3 Dauersporen (*d*) und Zoosporangien (*z*) im Oogonium eines *Oedogonium*; Fig. 4 Dauerspore, ein Zoosporangium treibend; 375fach vergr. — Fig. 5—7. *Pseudolpidiopsis Schenkiana.* Fig. 5 Oospore (*a*) und entleertes Zoosporangium (*b*) in den Zellen einer Alge; Fig. 6 Zoosporangium, 300fach vergr.; Fig. 7 Oospore (*o*) mit noch anhängendem Antheridium (*a*), 500fach vergr. — Nach Zopf und De Bary.

1. Ordnung. *Chytridiales*[22].

Vegetationskörper ein membranloses protoplasmatisches Gebilde, manchmal aus mycelähnlichen, fädigen Gebilden bestehend. Membranen, soweit untersucht, aus Chitin bestehend. Sexuelle Fortpflanzung, und zwar Ei-

[22]) Vgl. Zopf W., Zur Kenntn. d. Phycomyc. I. Nova Acta Leop. Carol. Acad., 1884. — Fischer A., *Phycomycetes* in Rabenh. Kryptog.-Flora, 2. Aufl., I. Bd., 4. Abt., 1892. — Stevens F. L. and A. C., Mitos. of the prim. nucl. in *Synchytr.* Bot. Gaz., XXXV., 1903. — Löwenthal W., Weit. Unters. an Chytrid. Arch. f. Protistenkunde, 1904. — Guttenberg H. v., Cytolog. Stud. an *Synchytrium*-Gallen. Jahrb. f. wissensch. Bot., XLVI. Bd., 1909. — Griggs R. F., Some asp. of Amitosis in *Synch.* Bot. Gaz., 47., 1909. — Barrett J. T., Developm. and sexual. of *Olpidiopsis*. Ann. of Bot., XXVI., 1912. — Wager H., The life-history and cytol. of *Polyphagus*. Ann. of Bot., XXVII., 1913.

befruchtung in einzelnen Fällen. Vegetative Fortpflanzung durch Zoosporangien und durch einzellige Dauersporen, welche später zu Zoosporangien werden. Meist parasitisch in Wasserpflanzen und Wassertieren oder in Landpflanzen, seltener saprophytisch.

Die systematische Stellung der Gruppe ist durchaus nicht ganz klar; ein Teil der *Ch.* umfaßt wohl sicher Flagellaten-Abkömmlinge. Die *Woroninaceae* weichen von den übrigen *Ch.* durch die zweiwimperigen Zoosporen ab und sind vielleicht anderer Herkunft.

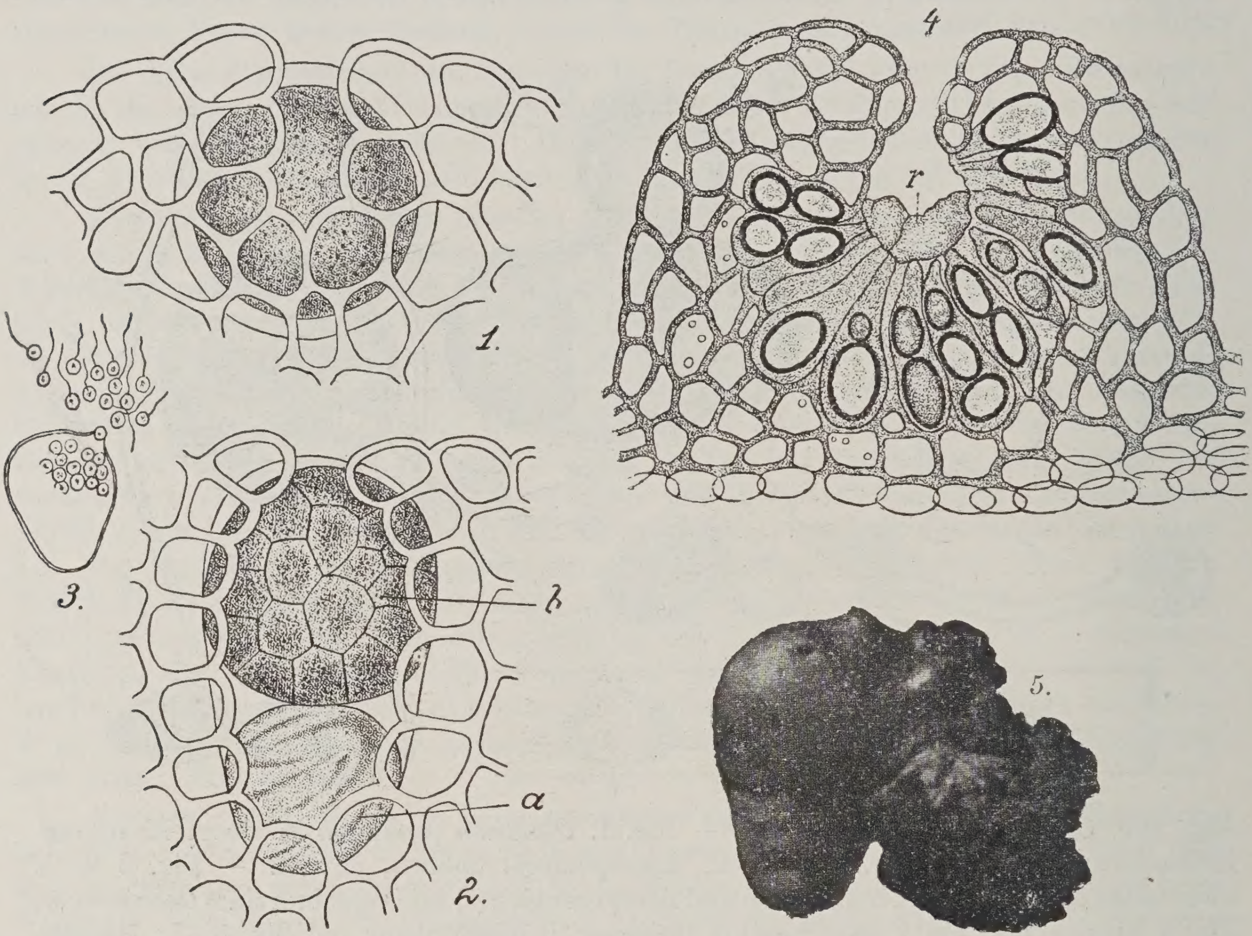


Abb. 110. *Synchytriaceae.* — Fig. 1—4. *Synchytrium Succisae.* — Fig. 1. Individuum im Gewebe der Nährpflanze (*Succisa*), mit Membran umgeben. — Fig. 2. Bildung der Zoosporangien (*b*) nach Abstoßung der äußeren Membran (*a*). — Fig. 3. Einzelnes Zoosporangium im Momente der Entleerung der Zoosporen. — Fig. 4. Dauersporen im Gewebe der Nährpflanze nach Entleerung des Zoosporangiensorus, dessen Reste bei *r*. — Fig. 5. Kartoffel mit Krebswucherung, hervorgerufen durch *Synchytrium endobioticum.* — Fig. 1—4 vergr.; Fig. 5 verkl. — Fig. 1—4 nach Schroeter, Fig. 5 Original.

1. Familie. ***Woroninaceae.*** Vegetative Zelle membranlos. Die ganze Zelle wandelt sich in ein umhäutetes Zoosporangium oder in eine Dauerspore um, welche nach einer Ruhezeit zu einem Zoosporangium wird. Der Bildung der Dauerspore scheint (ob immer?) ein Befruchtungsvorgang vorauszugehen. Zoosporen mit 2 Cilien.

Pseudolpidium Saprolegniae in *Saprolegnia.*

2. Familie. ***Olpidiaceae.*** Der vorigen Familie ähnlich. Zoosporen mit 1 Cilie.

Olpidium endogenum häufig in Desmidiaceen, *O. entophytum* in anderen Süßwasseralgen, *O. pendulum* u. a. (Abb. 109, Fig. 1) in Pollenkörnern, *O. Brassicae* in Keimpflanzen des Kohles u. a. — *Pseudolpidiopsis Schenkiana* in Zygnemataceen (Abb. 109, Fig. 5—7).

3. Familie. **Synchytriaceae.** Vegetative Zelle membranlos. Die ganze Zelle umgibt sich schließlich mit einer Membran und bildet nach Abstoßung des äußeren Teiles derselben mehrere Zoosporangien. Aus der vegetativen Zelle können auch mehrere Dauersporen oder eine Dauerspore werden. Zoosporen mit 1 Cilie.

Arten der Gattung *Synchytrium*[23]) in den Geweben höherer Pflanzen (*Taraxacum, Succisa, Stellaria, Lysimachia* u. a.) (Abb. 110). — *S. endobioticum* (= *Chrysophlyctis endobiotica*) verursacht den gefürchteten „Kartoffelkrebs".

Abb. 111. Kohlhernie der weißen Rübe, *Brassica Rapa*, verkl. — Nach Tubeuf.

4. Familie. ***Plasmodiophoraceae***[24]). Vegetatives Stadium membranlos, schließlich in Sporen zerfallend, die bei der Keimung Schwärmer mit 1 Cilie liefern. Sporen manchmal zu Ballen vereinigt.

---

[23]) Tobler G., Die Synchytrien. Arch. f. Protistenk., XXVIII., 1913. — Bally W., Cytol. Stud. an Chytrid. Jahrb. f. w. Bot., L. Bd., 1911.

[24]) Spezielle Literatur: Woronin M., *Plasmodiophora Br.* Jahrb. f. w. Bot., XI., 1878. — Nawaschin S., Beob. üb. d. fein. Bau etc. v. *Plasmod. Br.* Flora, 1899. — Maire R. et Tison A., Nouv. rech. d. l. *Plasmod.* Annal. mycol., IX., 1911. — Winge Ö., Cytol. stud. in the Plasmod. Arkiv f. Bot., 12. Bd., 1913. — Schwartz E. J., The Plasmod. etc. Annal. of Bot., XXVIII., 1914.

Die Familie wurde früher unter dem Namen der *Phytomyxineae* zu den Myxophyten gestellt. Die Cytologie und der Chemismus der Membran (Chitin) macht es unzweifelhaft, daß die Verwandtschaft mit den *Chitridiales* viel größer ist. — Parasiten in Blütenpflanzen, an denen sie zumeist Anschwellungen hervorrufen, so *Sorosphaera* bei *Veronica*, *Sorodiscus* bei *Callitriche*, *Tetramyxa* bei *Ruppia* u. a. — *Spongospora subterranea* erzeugt den „Schwammschorf" der Kartoffeln. — Am bekanntesten ist *Plasmodiophora Brassicae*, der Erreger der „Kohlhernie" oder des „Kohlkropfes" bei der Kohlpflanze (*Brassica oleracea*) und anderen Cruciferen (Abb. 111 u. 112).

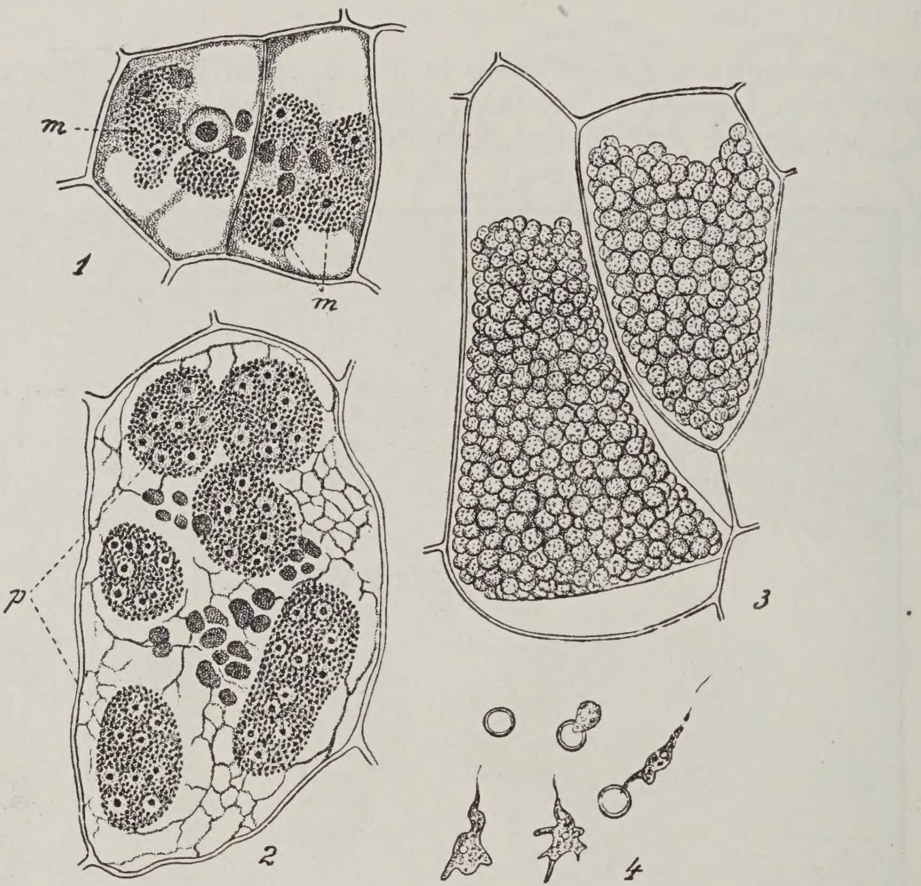


Abb. 112. *Plasmodiophora Brassicae*. — Fig. 1—3 Zellen aus dem Gewebe der Wirtspflanze mit verschiedenen Entwicklungsstadien des Pilzes (*m* und *p*); Fig. 3 mit Sporen. — Fig. 4. Sporenkeimung. — Fig. 1 u. 2 nach tingierten Präparaten. — Stark vergr. — Nach Nawaschin (Fig. 1. u. 2) und Woronin (Fig. 3 u. 4).

5. Familie. **Rhizidiaceae.** „Vegetatives Mycelium" stets in Form eines sehr feinen wurzelähnlichen Geflechtes vorhanden. Zoosporangien einzeln aus dem vegetativen Mycelium oder aus einer Dauerspore entspringend; manchmal auch Eibefruchtung.

Chytridium olla in Oogonien von *Oedogonium* (Abb. 109, Fig. 3 u. 4)), *Entophlyctis*- und *Rhizophidium*-Arten in Süßwasseralgen, *Rh. pollinis* in Pollenkörnern (Abb. 109, Fig. 2). — *Polyphagus Euglenae* auf *Euglena*.

Durch mächtiger entwickelte mycelartige Stränge ist die kleine (6.) Familie der **Cladochytriaceae** (*Cladochytrium* u. a.) gekennzeichnet.

2. Ordnung. **Monoblepharidales**[25]).

[25]) Vgl. Cornu M. in Bull. d. l. soc. bot. d. France, 1871. — Thaxter R., New or pecul. aquat. fungi, I. Bot. Gaz., 1895. — Lagerheim G., Unters. üb. Monoblepharid.

Vegetatives Mycelium kräftig entwickelt, einzellig, vielkernig, später oft mehrzellig. Membran aus Zellulose bestehend. Vegetative Fortpflanzung durch Zoosporen, welche 1, 2 (?) oder zahlreiche Wimpern tragen. Sexuelle Fortpflanzung mit eineiigen Oogonien und Antheridien, welche einwimperige Spermatozoiden entwickeln.

Saprophytisch auf im Wasser liegenden Teilen von Holzpflanzen.

Einzige Familie: ***Monoblepharidaceae.*** (Abb. 113 und 114.)

Monoblepharis mit einwimperigen Zoosporen; *Myrioblepharis* mit polyciliaten Zoosporen (bemerkenswerte Ähnlichkeit mit *Vaucheria*). — Die *M.* machen durchaus den Eindruck relativ junger Abkömmlinge von Chlorophyceen.

3. Ordnung. *Oomycetes*[26]).

Mycelium kräftig entwickelt, wenigstens anfangs „einzellig" und vielkernig. Membran aus Zellulose bestehend. Vegetative Fortpflanzung durch Zoosporen, welche endogen in Zoosporangien entstehen, seltener durch Konidien. Sexuelle Fortpflanzung durch Oosporen, welche in Ein- oder Mehrzahl im Innern von Oogonien gebildet werden. Befruchtung durch in das Innere der Oogonien eindringende Befruchtungsschläuche. — Vorherrschend Parasiten.

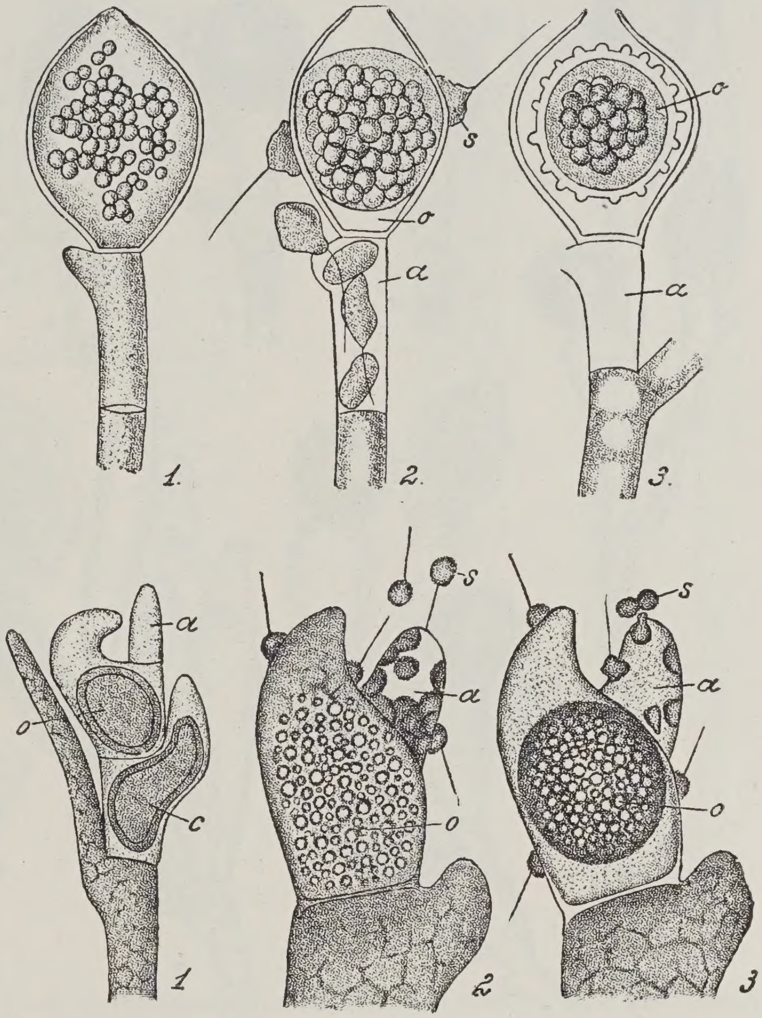


Abb. 113. *Monoblepharidaceae.* — Obere Reihe: *Monoblepharis sphaerica.* Entwicklung der Oogonien *o* und Antheridien *a.* *s* Spermatozoiden; 800fach vergr. — Nach Cornu. — Untere Reihe: *M. insignis.* — Entwicklung der Oogonien *o* und Antheridien *a.* *s* Spermatozoiden. *o* und *c* in Fig. 1 Oosporen. — Nach Thaxter.

Bih. till k. Sv. Vet. Akad. Handl., 1900. — Woronin M., Beitr. z. Kennt. d. Monobleph. Mém. d. Acad. d. Petersb., 1902.

[26]) Humphrey J. E., The Saprolegn. of the Unit. Stat. Transact. Am. philos. soc., XVII., 1893. — Fischer A., a. a. O. — Wager H., On the struct. and reprod. of *Cystopus.* Ann. of Bot., X., 1896; On the fertiliz. of *Peron. paras.*, l. c., 1900. — Klebs G., Zur Physiol. d. Fortpfl. ein. Pilze. Jahrb. f. wiss. Bot., XXXII. u. XXXIII., 1898, 1899. — Berlese A. N., Üb. d. Befr. u. Entw. d. Oosphäre. Jahrb. f. wiss. Bot., XXXI., 1898; Saggio di una Monogr. d. Peronosporac., 1903. — Stevens F. L., The comp. oosphere of

Nach allgemeinen Gesichtspunkten wäre man geneigt, Kopulation nicht differenzierter Gameten für ursprünglicher anzusehen als Eibefruchtung; dies hat auch vielfach dazu geführt, die *Zygomycetes* systematisch den *Oomycetes* vorangehen zu lassen. Die Erkenntnis, daß die „Gameten" der Zygomyceten genetisch auf Sporangien zurückzuführen sind, macht die Anwendung des erwähnten Gesichtspunktes hier unmöglich, umsomehr, als die *Oomycetes* zweifellos den Chlorophyceen noch näher stehen (Zellulose-Membranen, bewimperte Zoosporen) als die *Zygomycetes*.

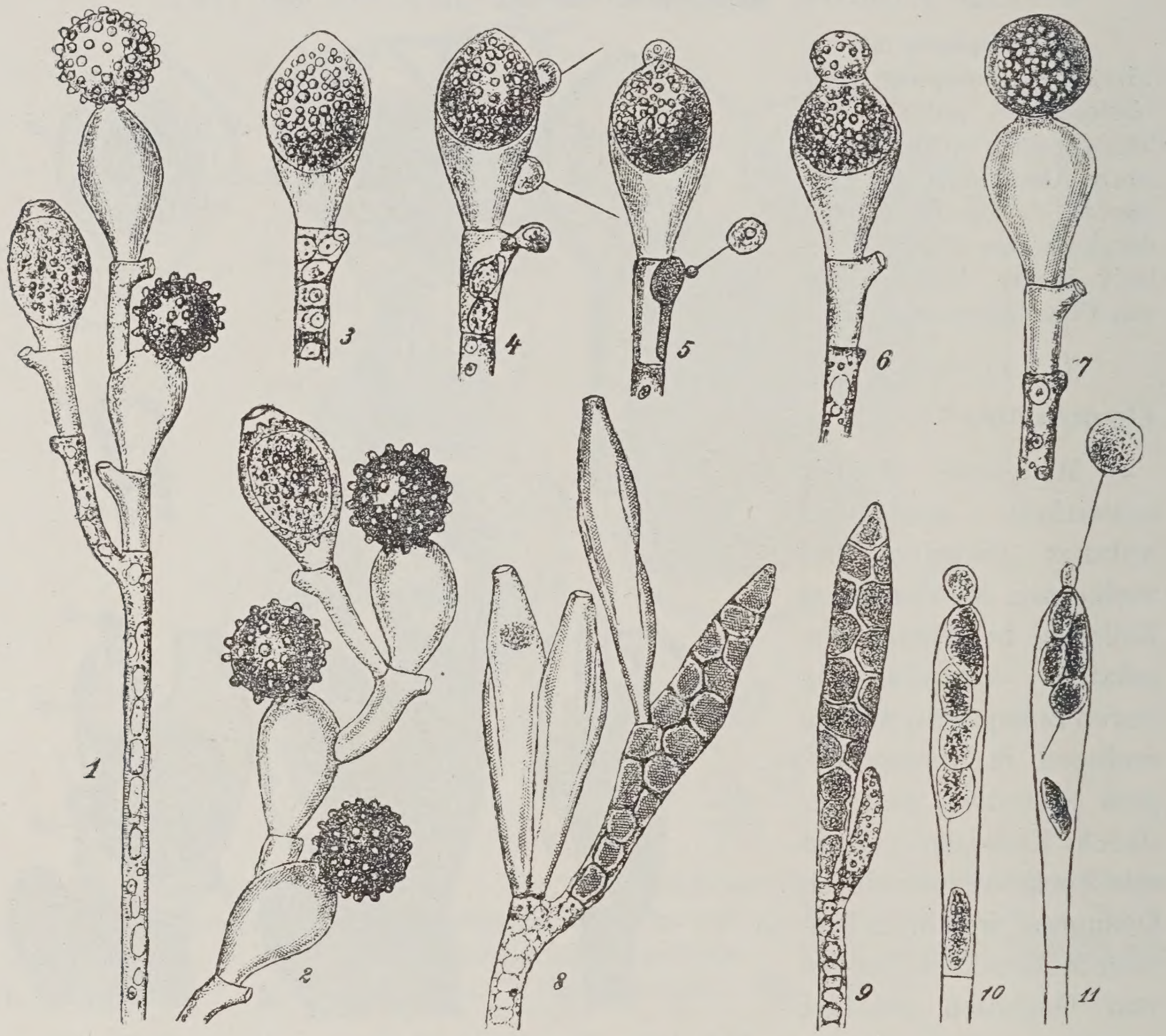


Abb. 114. *Monoblepharidaceae.* — Fig. 1—7 *Monoblepharis sphaerica*; Fig. 8—11 *M. macrandra.* — Fig. 1 u. 2 Fadenstück mit Antheridien, Oogonien und reifen, aus den Oogonien hervorgetretenen Oosporen. — Fig. 3—7 Oogonien, Antheridien, Befruchtung und Heraustreten der Oospore. — Fig. 8—11 Zoosporangienbildung. — Stark vergr. — Nach Woronin.

Albugo. Bot. Gaz., 1899; Gametogen. and fertil. in *Albugo*, l. c., 1901. — Davis M., The fertil. of *Albugo.* Bot. Gaz., 1900; Oogen. in *Saprolegnia*, l. c., 1903. — Trow A. H., On fertil. in the Saprolegn. Ann. of Bot., 1904. — Ruhland W., Stud. üb. d. Befr. b. *Albugo.* Jahrb. f. wiss. Bot., XXXIX., 1904. — Claussen P., Üb. Eientw. u. Befr. b. *Saprol.* Ber. d. d. b. Ges., XXVI., 1908. — Gieters A. J., New spec. of *Achlya* and *Saprolegn.* Bot. Gaz., LX., 1915. — Murphy P. A., The morph. and cytol. of *Phytophthora erythros.* Ann. of Bot., XXXII., 1918. — Weston W. H., The develop. of *Thraustotheca.* Ann. of Bot., XXXII., 1918; Repaet. zoospore emerg. in *Dictyuchus.* Bot. Gaz., LXVIII., 1919.

1. Unterordnung. **Saprolegniineae.** Mycelium kräftig entwickelt, einzellig, schließlich oft mehrzellig. Zoosporangien endständig. Zoosporen mit 2 Wimpern. Oogonien ein- bis vieleiig. Befruchtung durch einen Befruchtungsschlauch; Parthenogenesis häufig. — Parasitisch oder saprophytisch auf Wassertieren oder auf im Wasser faulenden Tieren, seltener auf Pflanzen.

Einzige Familie: ***Saprolegniaceae.*** (Abb. 115.)

Abb. 115. *Saprolegniaceae.* — Fig. 1—3. *Saprolegnia Thureti*; 200fach vergr. Fig. 1 Zoosporangium vor, Fig. 2 während der Entleerung, Fig. 3 Oogonium. — Fig. 4. *Dictyuchus clavatus*, Oogonium *o* und Antheridien *a*; 160fach vergr. — Fig. 5. *Aplanes Braunii*, Zoosporangium mit keimenden Sporen. — Fig. 6. *Aplanomyces stellatus*, Oogonien *o* und Antheridium *a*; 390fach vergr. — Fig. 7—9. *Apodia lactea.* Fig. 7 junge Zoosporangien, 200fach vergr.; Fig. 8 Teil eines älteren Zoosporangiums mit Zoosporen *sp* und Cellulinkörnern *c*, 300fach vergr.; Fig. 9 Zoosporen, 430fach vergr. — Fig. 1—3 nach Thuret, 4—6 nach De Bary, 7—9 nach N. Pringsheim.

Mehrere Arten, wie *Saprolegnia Thureti, dioica, Achlya prolifera* u. a. (Abb. 115) häufig auf Fischen („Fischschimmel"), unter diesen heftige Epidemien erzeugend, andere Arten auf im Wasser faulenden Insekten, Vögeln etc. — *Apodia* (= *Leptomitus*) *lactea* (Abb. 115, Fig. 7—9), Mycelfäden stellenweise eingeschnürt, oft dichte, schimmelartige, flutende Massen in Abwässern von Fabriken bildend. — *Achlya, Aplanes, Aplanomyces.*

2. Unterordnung. **Ancylistidineae.** Mycelium schwach entwickelt, zur Zeit der Fortpflanzung in einzellige Oogonien und Antheridien oder in Zoo-

sporangien und überdies manchmal in vegetative Zellen geteilt. Membran aus Zellulose bestehend. Zoosporen mit 2 oder mit 1 Wimper.

Die Unterordnung wird gewöhnlich zu den *Chytridiales* gestellt, von denen sie jedoch durch den Chemismus der Membran und die Ausbildung des Myceliums abweicht. Man erhält den Eindruck, daß es sich um reduzierte *Saprolegniineae* handelt.

Einzige Familie: ***Ancylistidaceae.*** (Abb. 116.)

Süßwasseralgen bewohnend, z. B. *Myzocytium proliferum*, *Lagenidium Rabenhorstii*, *Ancylistes Closterii* u. a.

3. Unterordnung. **Peronosporineae.** Mycelium kräftig entwickelt, bis zur Fortpflanzung einzellig, im Innern der Nährpflanzen (nur bei *Pythium* teilweise außerhalb) lebend, Haustorien (Abb. 117, Fig 1; 118; 119, Fig. 2) bildend.

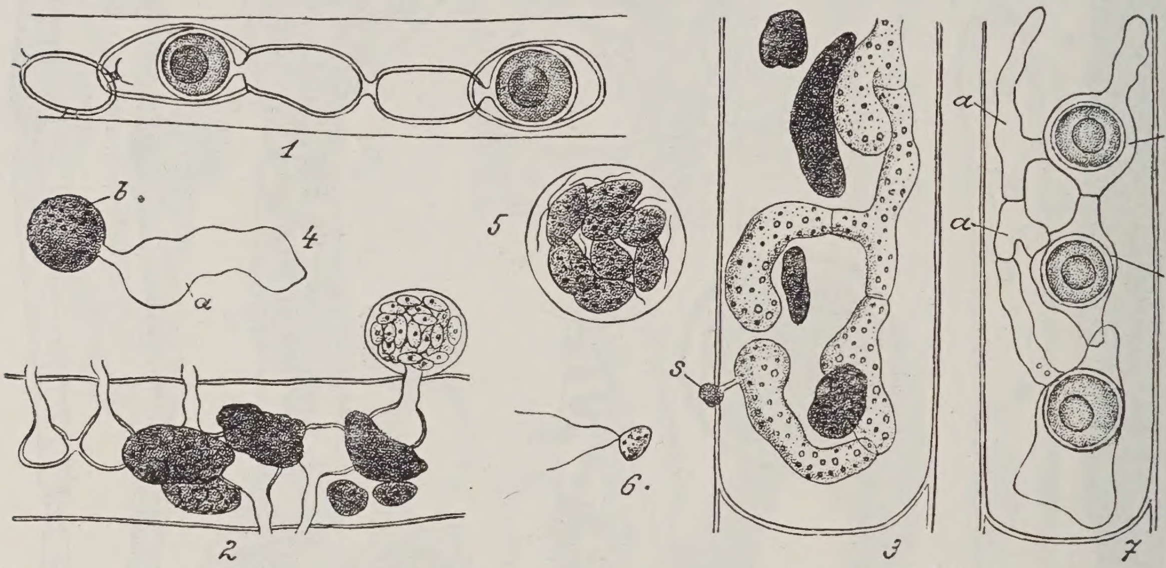


Abb. 116. *Ancylistidaceae.* — Fig. 1 u. 2. *Myzocytium proliferum*; 250fach vergr. Fig. 1 Oogonien und entleerte Antheridien; Fig. 2 ein noch gefülltes und fünf leere Zoosporangien. — Fig. 3—7. *Lagenidium Rabenhorstii*; 540fach vergr. Fig. 3 *Spirogyra*-Zelle mit Mycelium und jungem Zoosporangium (*s*); Fig. 4 Mycelstück *a* mit jungem Zoosporangium *b*, isoliert; Fig. 5 reifes Zoosporangium; Fig. 6 Zoospore; Fig. 7 Oogonien *o* und Antheridien *a*. — Nach Zopf.

Ungeschlechtliche Konidien an den Enden über das Substrat emporwachsender Träger oder von Ästen derselben. Zoosporen mit 2 Wimpern; wenn überhaupt vorhanden, aus den Konidien (oder Oosporen) entstehend. Die Konidie ist daher einem ganzen Zoosporangium homolog. Sexuelle Sporen entstehen meist im Innern des Substrates; Oogonien einsporig, Antheridien einen Befruchtungsschlauch treibend. Befruchtung tritt in der Regel ein; Parthenogenesis selten. — Parasiten auf Landpflanzen, seltener *(Pythium)* auf Wasserpflanzen oder im Wasser liegenden Tieren.

Antheridien stets vielkernig; Oogonien mit 1 Eizelle und Periplasma, in der Eizelle ein dichterer Teil, das Cönozentrum. Eizelle mit 1 Kern (*Peronospora*, *Albugo candida*) oder mit mehreren Kernen (*Albugo Bliti*). In letzterem Falle kopuliert je ein Spermakern mit einem Eikern (phylogenetischer Rest der Gametenkopulation!). Die Fälle mit zahlreichen Kernen in der Eizelle sind mit jenen, in denen die Eizelle einkernig ist, durch zahlreiche bemerkenswerte Übergänge verbunden[27]). (Vgl. Abb. 120.) Das Periplasma bildet die Skulpturen der Oosporen-Membran.

[27]) Vgl. Lotsy J. P., Vortr. üb. bot. Stammesgesch., I., S. 162.

1. Familie. **Pythiaceae.** Den *Saprolegniaceae* nahestehend. Sexualorgane außerhalb des Substrates gebildet. Zoosporen aus Sporangien oder aus diesen ähnlichen Konidien entstehend.

Pythium de Baryanum auf Keimpflanzen, Moosen, Prothallien usw., in Saatbeeten oft äußerst schädlich.

2. Familie. **Albuginaceae.** (Abb. 119.) Sexualorgane im Substrat gebildet. Konidienträger sehr kurz; Konidien in Reihen stehend.

Albugo (= *Cystopus*). Konidienlager weiße Überzüge auf den befallenen Pflanzenteilen bildend. *A. candida* (Abb. 119) ungemein häufig auf Cruciferen, besonders *Capsella* („weißer Rost"), *A. Tragopogonis* auf Compositen usw.

3. Familie. **Peronosporaceae.** (Abb. 117.) Sexualorgane im Substrat gebildet. Konidienträger fädig, verlängert, meist verzweigt; Konidien einzeln.

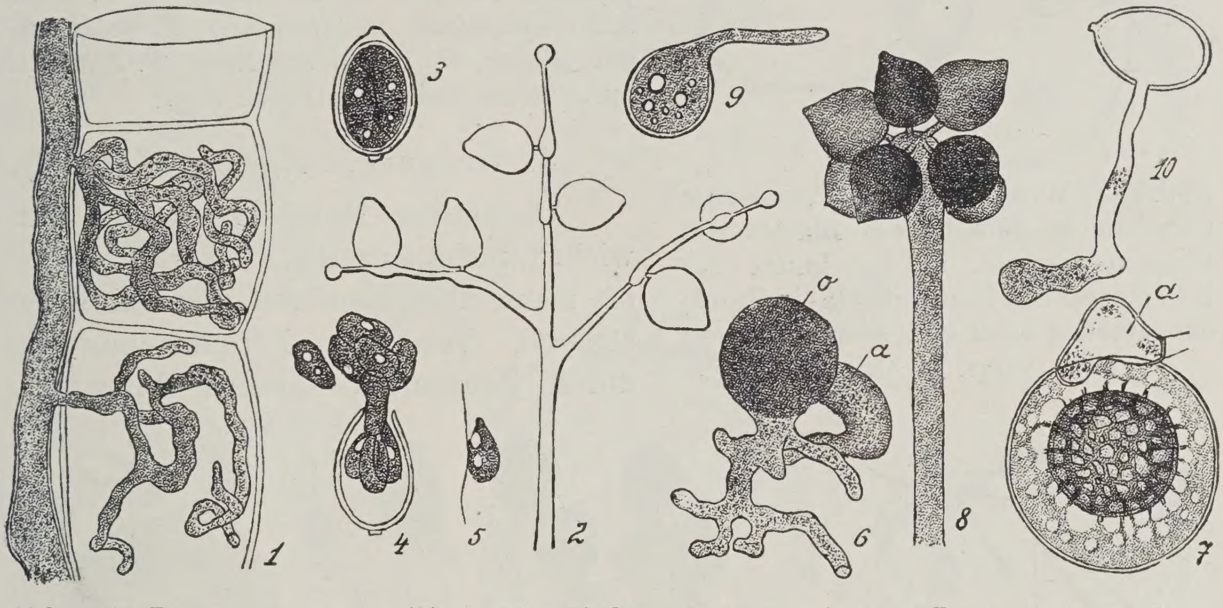


Abb. 117. *Peronosporaceae.* — Fig. 1. Mycelfaden mit Haustorien von *Peronospora calotheca*; 390fach vergr. — Fig. 2. Konidienträger von *Phytophthora infestans*; 200fach vergr. — Fig. 3—5. Zoosporenbildung davon; 390fach vergr. — Fig. 6. Oogonium *o* und Antheridium *a*; Fig. 7 Oospore von *Peronospora Alsinearum*; 390fach vergr. — Fig. 8. Konidienträger von *Basidiophora entospora*; 200fach vergr. — Fig. 9. Keimende Spore von *Bremia Lactucae*, Fig. 10 von *Peronospora leptosporina*; 300fach vergr. — Fig. 1—7, 9, 10 nach De Bary, 8 nach Cornu.

Häufige Parasiten auf höheren Pflanzen und vielfach verheerende Erkrankungen derselben hervorrufend. — *Phytophthora* (Abb. 117, Fig. 2—6), Konidien bei der Keimung Zoosporen bildend, Konidienträger bis zur Bildung der ersten Konidie einfach, dann erst weiterwachsend. *Ph. infestans*, Ursache der „Kartoffel-Krautfäule" und einer Knollenfäule an *Solanum tuberosum*, auch auf *S. Lycopersicum*. Die Erkrankung zeigt sich insbesondere an den Blättern, auf denen die Konidienträger Schimmelüberzüge bilden. Frühes Absterben und Vertrocknen der oberirdischen Teile, Unterbleiben der Knollenbildung bei der Kartoffel oder Absterben, bezw. Fäulnis der bereits gebildeten Knollen sind die Folgen der Erkrankung. Die Krankheit wurde erst 1845 in Mitteleuropa eingeschleppt, verursachte bis 1850 vielfach schwere Schäden und hält sich seither konstant, bald hier, bald dort in höherem oder geringerem Maße die Ernte beeinträchtigend. Bekämpfung durch Bespritzen der Pflanzen mit Kupferkalkbrühe[28]) oder ähnlichen Kupferpräparaten. *Ph. Cactorum* auf Sukkulenten und Keimpflanzen. — *Plasmopara*. Konidien bei der

---

[28]) 2 *kg* Kupfervitriol und 1 (— $1^1/_2$) *kg* gebr. Kalk auf 100 *l* Wasser.

Keimung Zoosporen bildend; Konidienträger von Anfang an verzweigt. *P. nivea*, sehr verbreitet auf Umbelliferen. *P. viticola* auf dem Weinstocke. Aus Nordamerika 1878 nach Europa verschleppt und hier jetzt auf Weinreben vielfach schädigend auftretend („falscher Mehltau“ oder „Peronosporakrankheit“). Bekämpfung durch Bespritzen des Laubes mit Kupferpräparaten, z. B. Kupferkalkbrühe. — *Pseudoperonospora cubensis* auf Cucurbitaceen. — *Bremia* (Abb. 117, Fig. 9) Konidienträger am Ende der Äste schalenartig verbreitert. *B. Lactucae* auf Compositen, so auch auf den kultivierten *Lactuca-*, *Cynara-*, *Cineraria*-Arten. — *Peronospora* (Abbildung 117, Fig. 1, 7, 10). Konidien direkt Keimschläuche treibend. Zahlreiche Arten auf den verschiedensten Nährpflanzen: *P. Viciae* auf *Vicia*-Arten, *Pisum* und anderen Papilionaceen, *P. parasitica* auf Cruciferen, oft mit *Albugo*, *P. Trifoliorum* auf Kleearten, *P. effusa* auf *Chenopodium* und *Spinacia*, *P. Schleideni* auf *Allium*, *P. sparsa* auf *Rosa*, *P. Schachtii* auf Futter- und Zuckerrüben usw.

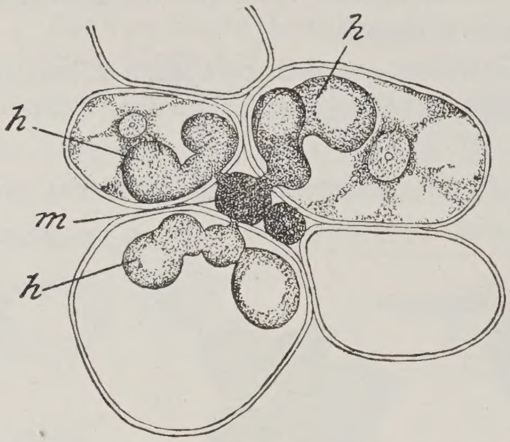


Abb. 118. Mycelast (*m*) von *Peronospora Corydalis* im Gewebe des Blattes von *Corydalis pumila*, in das Innere der Zellen desselben Haustorien (*h*) treibend; der Mycelast *m* ist quer durchschnitten; stark vergr. — Original.

4. Ordnung. ***Zygomycetes***[29]).

Vegetatives Mycelium kräftig entwickelt, meist einzellig, vielkernig, später oft mehrzellig. Membran aus Chitin bestehend. Vegetative Fortpflanzung nie durch Zoosporen, sondern durch un-

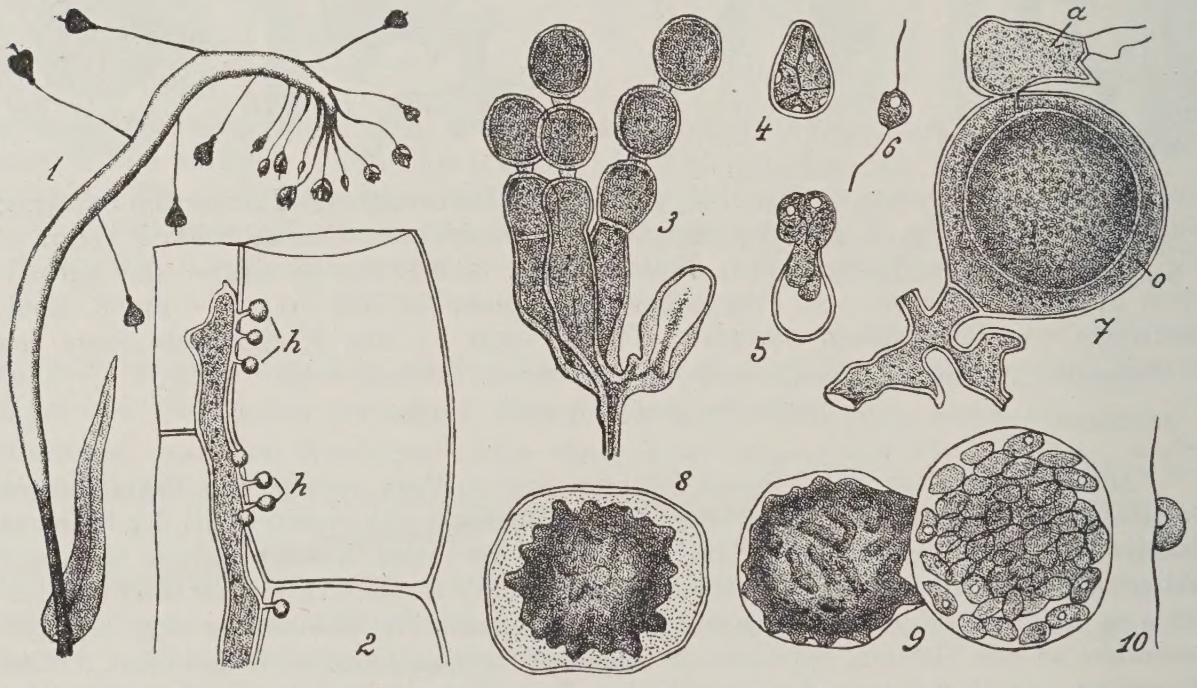


Abb. 119. *Albugo candida*. — Fig. 1. Infloreszenz von *Capsella* vom Pilze befallen; nat. Gr. — Fig. 2. Mycelfaden mit Haustorien *h*; 390fach vergr. — Fig. 3. Konidienträger; 400fach vergr. — Fig. 4 u. 5. Zoosporenbildung; 400fach vergr. — Fig. 6. Zoospore; 400fach vergr. — Fig. 7. Oogonium *o* und Antheridium *a*. — Fig. 8. Oospore. — Fig. 9. Keimende Oospore (Zoosporenbildung). — Fig. 10. Zoospore. — Fig. 7—10 400fach vergr. — Fig. 1 Original, 2—10 nach De Bary.

[29]) Thaxter R., The Enthomophthor. in Unit. Stat. Mem. Boston, soc. nat. hist., 1888. — Fischer E., *Phycomycetes* in Rabenh. Kryptog.-Fl., 2. Aufl., I, 4, 1892.

bewegliche, in Sporangien entstehende Sporen oder durch Konidien, daneben manchmal durch Chlamydosporen, Oidien oder Sproßzellen. Sexuelle Fortpflanzung durch Kopulation morphologisch gleichwertiger Organe. — Saprophyten oder Parasiten.

Die kopulierenden Äste sind zweifellos phylogenetisch auf Gametangien zurückzuführen, deren Gameten die Selbständigkeit eingebüßt haben. Ebenso repräsentieren die Sporangien phylogenetisch Zoosporangien. Diese Veränderungen sind mit der Anpassung an das Landleben unschwer in Einklang zu bringen. Wenn nun die Zoosporangien die Fähigkeit der Ausbildung beweglicher Zoosporen einbüßen, so kann entweder jede einer

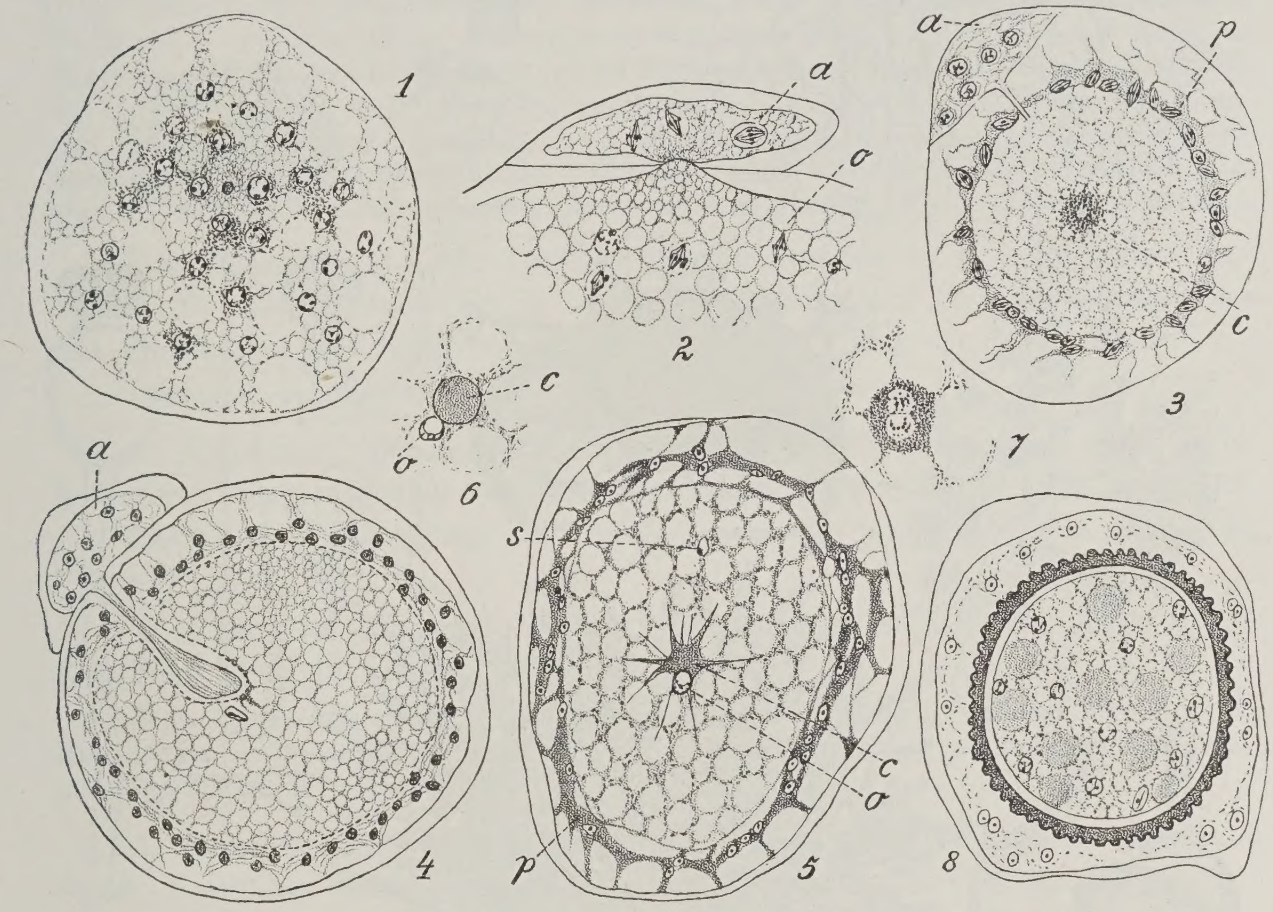


Abb. 120. *Albuginaceae.* — Befruchtungsvorgang von *Albugo Lepigoni.* — Fig. 1. Junges Oogonium. — Fig. 2. Antheridium, sich dem Oogonium *o* anlegend. — Fig. 3. Oogonium mit Periplasma *p*, Cönozentrum *c* und Antheridium *a*. — Fig. 4. Das Antheridium *a* hat den Befruchtungsschlauch getrieben, aus dem der Spermakern austrat. — Fig. 5. Oogonium unmittelbar vor der Befruchtung, *o* Eikern, *s* Spermakern, *c* u. *p* wie in Fig. 3. — Fig. 6. Der Eikern *o* am Cönozentrum *c*. — Fig. 7. Die beiden Sexualkerne im Cönozentrum. — Fig. 8. Oospore im Oogonium. — Stark vergr. — Nach Ruhland.

Zoospore entsprechende Zelle zu einer Spore werden, dann finden sich Sporangien mit unbeweglichen Endosporen, oder das ganze Zoosporangium wird zu einer Fortpflanzungszelle, dann entsteht das, was man eine Konidie nennt. Beide Wege wurden bei den Zygomyceten eingeschlagen.

Es gibt *Mucoraceae*, bei denen die Kopulationsäste demselben Mycelium entspringen (homothallisch) und solche, bei denen diese von verschiedenen Mycelien ausgehen („+ und — Mycelien“, heterothallisch). Parthenogenese kommt vor; ebenso Andeutung morphologischer Verschiedenheit der Kopulationsäste.

Abb. 121. *Zygomycetes.* — Fig. 1—5. *Mucor Mucedo.* Fig. 1 Mycel und junge Sporangien; Fig. 2 reifes Sporangium; Fig. 3 ein solches im optischen Durchschnitt; Fig. 4 Kopulation; Fig. 5 Zygote (*z*); Fig. 1 25fach, Fig. 2 u. 3 zirka 100fach, Fig. 4 80fach, Fig. 5 stärker vergr. — Fig. 6 u. 7. *Chaetocladium Jonesii.* Fig. 6 Konidienträger, 150fach vergr.; Fig. 7 Kopulation, 450fach vergr. — Fig. 8 u. 9. Kopulation und Zygotenbildung von *Phycomyces nitens*; 50fach vergr. — Fig. 10. Konidienträger von *Syncephalis intermedia*; 100fach vergr. — Fig. 11—13. Kopulation und Zygotenbildung von *S. cornu*; 300fach vergr. — Fig. 14. Sporangiumträger von *Pilobolus crystallinus*; 30fach vergr. — Fig. 15. Kopulation von *Mortierella Rostafinskii*; 300fach vergr. — Fig. 1—7, 14, 15 nach Brefeld, 8—13 nach Van Tieghem.

1. Familie. ***Mucoraceae.*** (Abb. 121, Fig. 1—5, 8, 9, 14, 15.) Vegetative Fortpflanzung durch Sporangien mit endogenen Sporen, daneben Chlamydosporen, Oidien u. dgl., nur selten Konidienbildung. Mycelium oft mit Differenzierung in Ernährungs- und Fortpflanzungsmycel.

Viele Arten gehören zu den häufigsten „Schimmelpilzen", welche in organischen Substanzen Fäulnis veranlassen können, so insbesondere auf Mist *Mucor Mucedo* (Abb. 121, Fig. 1—5), auf Brot und Früchten *M. racemosus* und *M. stolonifer*. Die meisten *Mucor*-Arten („Köpfchenschimmel") bilden in Flüssigkeiten keine Mycelien, sondern Sproßkolonien (*Mucor*-Hefe). Dieselben können u. a. in zuckerhaltigen Flüssigkeiten alkoholische Gärungen hervorrufen. Im Innern des menschlichen und tierischen Körpers können *Mucor*-Arten Erkrankungen (*Mucor*-Mykosen) verursachen. — *Sporodinia Aspergillus* auf faulenden Hutpilzen. — *Pilobolus*-Arten, besonders *P. crystallinus* (Abb. 121, Fig. 14), auf tierischen Exkrementen, gliedern die Sporangien durch Turgordruck der Trägerzelle ab, um sie schließlich unter Entleerung der Trägerzelle abzuschleudern. — *Thamnidium* mit zweierlei Sporangien, großen vielsporigen und kleinen wenig- bis einsporigen (Sporangiolen; bemerkenswerte Annäherung an die Konidienbildung). — *Mortierella* mit umhüllten Zygosporen (Abb. 121, Fig. 15) wird auch als Repräsentant einer eigenen Familie (*Mortierellaceae*) betrachtet.

Den Übergang von der Familie der Mucoraceen zu den folgenden vermittelt die kleine, noch wenig bekannte Familie der (2.) ***Choanephoraceae*** mit Sporangien und Konidienträgern.

Choanephora infundibuliformis auf *Hibiscus*-Blüten.

3. Familie. ***Chaetocladiaceae.*** Vegetative Fortpflanzung bloß durch Konidien. Diese in großer Zahl an verzweigten Trägern, aber nicht in Ketten.

Chaetocladium Jonesii und *Ch. Brefeldii* parasitisch auf *Mucor*-Arten (Abb. 121, Fig. 6 und 7).

4. Familie. ***Piptocephalidaceae.*** Vegetative Fortpflanzung bloß durch Konidien, diese in Ketten.

Piptocephalis Freseniana, mit verzweigten Konidienträgern, auf den Mycelien von Mucoraceen. — *Syncephalis*-Arten, mit unverzweigten Konidienträgern, auf Mist, Hutpilzen etc. (Abb. 121, Fig. 10—13).

5. Familie. ***Entomophthoraceae.*** (Abb. 122.) Vegetative Fortpflanzung bloß durch Konidien. Diese einzeln am Ende unverzweigter Trägerzellen. Die Zygote entsteht nicht direkt aus den Gameten, sondern einer derselben treibt eine seitliche Aussackung, die zur Zygote wird.

Meist parasitisch auf Insekten, so *Empusa Muscae* auf der Stubenfliege, die in Mitteleuropa besonders im Herbst häufig epidemisch auftretende „Fliegenkrankheit" hervorrufend; *E. Aulicae* auf Raupen; *E. sepulchralis* in Nordamerika auf *Tipula*. — *Entomophthora sphaerosperma* (Abb. 122, Fig. 1—6) auf Raupen. — *Completoria complens* auf Farnprothallien.

6. Familie. ***Endogonaceae***[30]). Auf oder in dem Boden kleine, fruchtkörperähnliche Gebilde erzeugend. Kopulation ungleicher Gameten, von denen nach der Befruchtung die größere eine Aussackung bildet, in welcher die Zygote entsteht. Zygote von Hyphengeflechten umgeben.

Endogone.

---

30) Bucholtz F. Neue Beitr. z. Morphol. u. Cytologie d. unterird. Pilze, I. Arb. aus d. naturh. Mus. in Michailowskoje, IX., 1911.

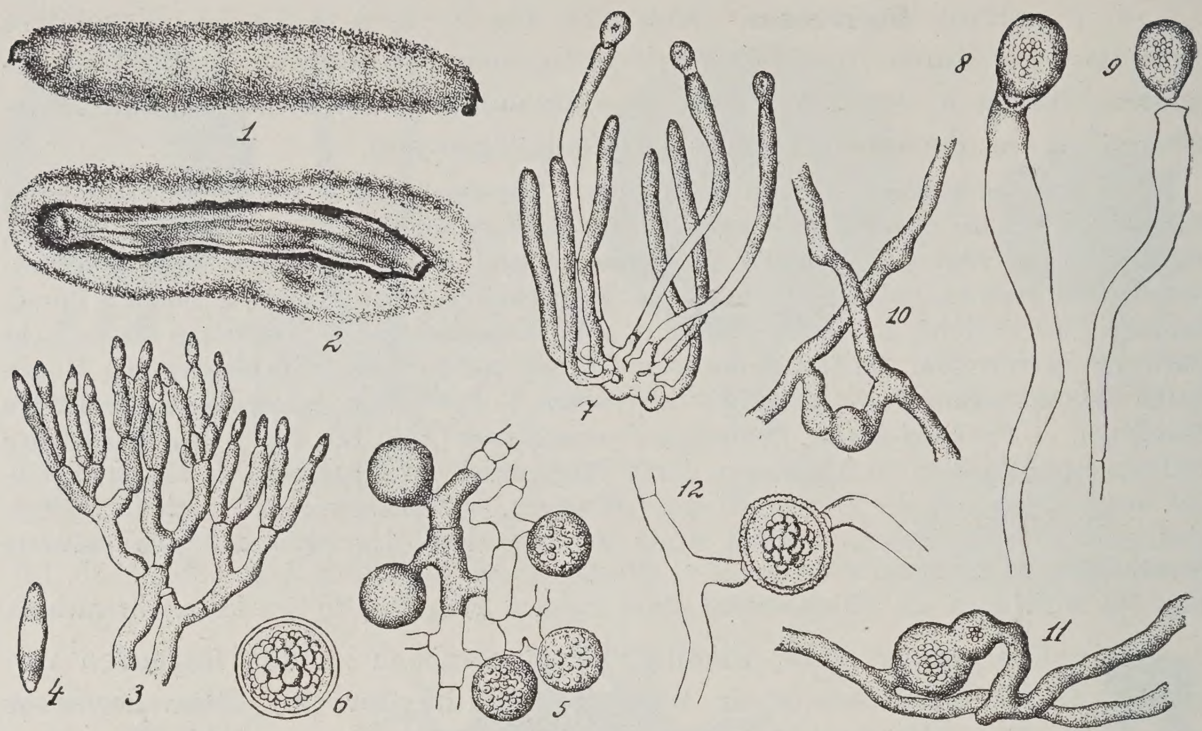


Abb. 122. *Entomophthoraceae.* — Fig. 1—6. *Entomophthora sphaerosperma.* Fig. 1 Kohlweißlingraupe vom Pilze umhüllt; Fig. 2 nach dem Aufschneiden der Hülle, nat. Gr.; Fig. 3 Konidienträger, 300fach vergr.; Fig. 4 Konidie, 600fach vergr.; Fig. 5 Myceläste mit Dauersporen, 350fach vergr.; Fig. 6 Dauerspore, 600fach vergr. — Fig. 7—12. *Conidiobolus utriculosus.* Fig. 7 Konidienträger, 80fach vergr.; Fig. 8 u. 9 stärker vergr., die Konidie abwerfend; Fig. 10—12 Kopulation und Zygotenbildung, 150fach vergr. — Nach Brefeld.

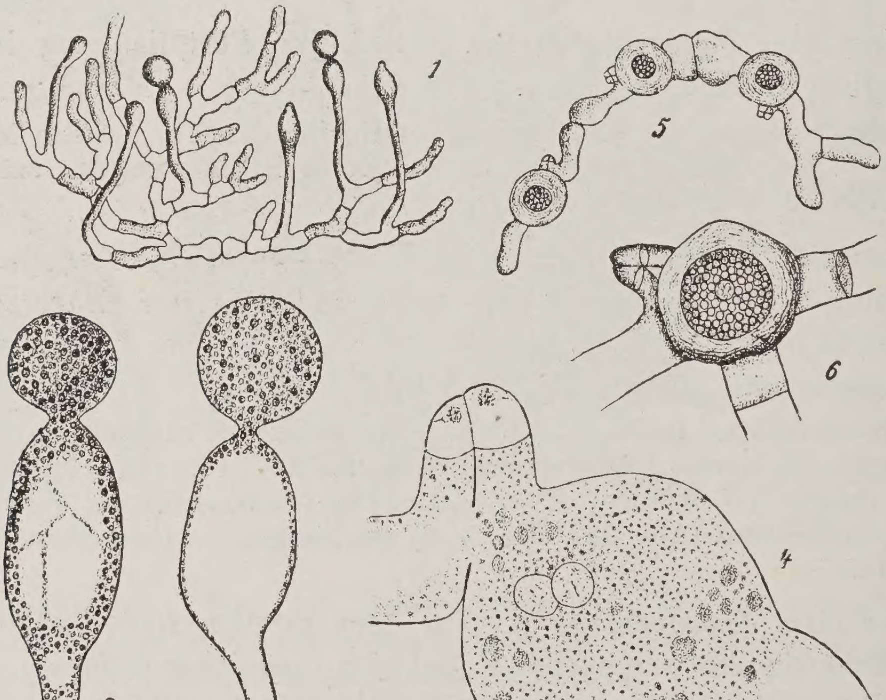


Abb. 123. *Basidiobolaceae.* — *Basidiobolus ranarum.* — Fig. 1 Habitus des Konidien bildenden Pilzes. — Fig. 2 u. 3. Konidienbildung. — Fig. 4. Befruchtungsvorgang. — Fig. 5. Faden mit mehreren Zyoten. — Fig. 6. Zygote. — Stark vergr. — Fig. 1—3, 5 u. 6 nach Eidam, Fig. 4 nach Fairshield.

7. Familie. ***Basidiobolaceae***[31]). (Abb. 123.) Zellen einkernig. Gameten eine steril bleibende Endzelle bildend, sich parallel aneinanderlegend. Zygote in einer sich stark vergrößernden Gamete entstehend.

Basidiobolus ranarum auf Froschexkrementen.

2. Unterklasse. **Ascomycetes,** Schlauchpilze.

Mycelium (mit wenigen Ausnahmen) üppig entwickelt und vielzellig, meist mit Spitzenwachstum; Zellen einkernig oder mehrkernig. Zellmembran aus Chitin bestehend. Die charakteristische Art der Fortpflanzung ist die durch endogene Sporen (Askosporen), welche in einer besonderen Art von Sporangien (Schläuche, Asci) gebildet werden. Die Zahl der Sporen in einem Schlauche ist bei den meisten Formen eine bestimmte, nämlich eine Potenz von zwei (4, 8 etc). am häufigsten 8. Die Schläuche entstehen direkt aus einer befruchteten Zelle oder aus einem Zellkomplexe (askogene Hyphen), der aus einem befruchteten Oogonium (Askogonium) hervorgegangen ist, oder ohne Befruchtung aus Oogonien oder askogenen Hyphen (Apogamie). Die Schläuche stehen nur selten isoliert, am häufigsten werden sie in „Fruchtkörpern" gebildet und setzen mehr oder minder ausgedehnte „Fruchtschichten" (Hymenium) zusammen. Diese enthalten außer den Schläuchen zumeist sterile Hyphenenden (Paraphysen), welchen verschiedene biologische Funktionen (Schutz der Schläuche, Entleerung derselben etc.) zukommen (Fig. 124). Neben der Fortpflanzung durch Askosporen kommt zumeist auch eine Fortpflanzung durch Konidien vor, die sogar manchmal recht auffallend hervortritt[32]); überdies finden sich Chlamy-

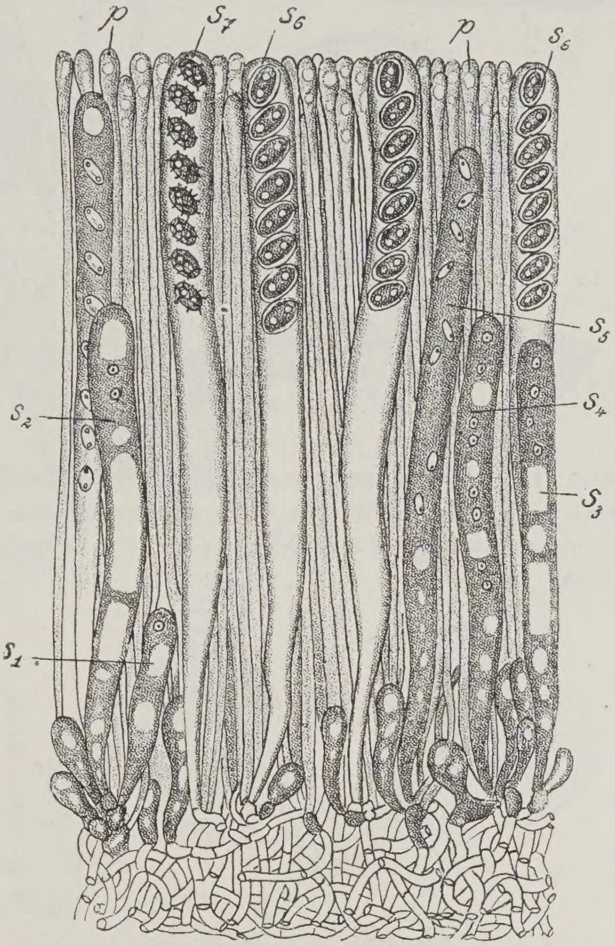


Abb. 124. Stück aus dem Hymenium einer *Peziza*. S_1—S_7 aufeinanderfolgende Stadien der Ascus-, respektive Sporenbildung; *p* Paraphysen; die Zahl der Sporen im reifen Ascus (S_7) beträgt acht; die kugeligen Körper in den jungen Schläuchen (S_1—S_4 oder S_5) sind Kerne, die großen weißen Flecke sind Vakuolen; stark vergr. — Nach Dodel-Port.

[31]) Eidam E., *Basidiobolus*, eine neue Gattung d. *Entomophth.* Beitr. z. Biol. d. Pfl., IV. Bd., 1887. — Fairshield D. G., Üb. Kernteil u. Befr. v. *Bas.* Jahrb. f. wiss. Bot., XXX. Bd., 1897. — Raciborski M., Üb. d. Einfl. äuß. Beding. auf d. Wachstumweise v. *Bas.* Flora, 82. Bd., 1896.

[32]) Klebahn H., Haupt- und Nebenfruchtformen der Askom. Berlin, 1919.

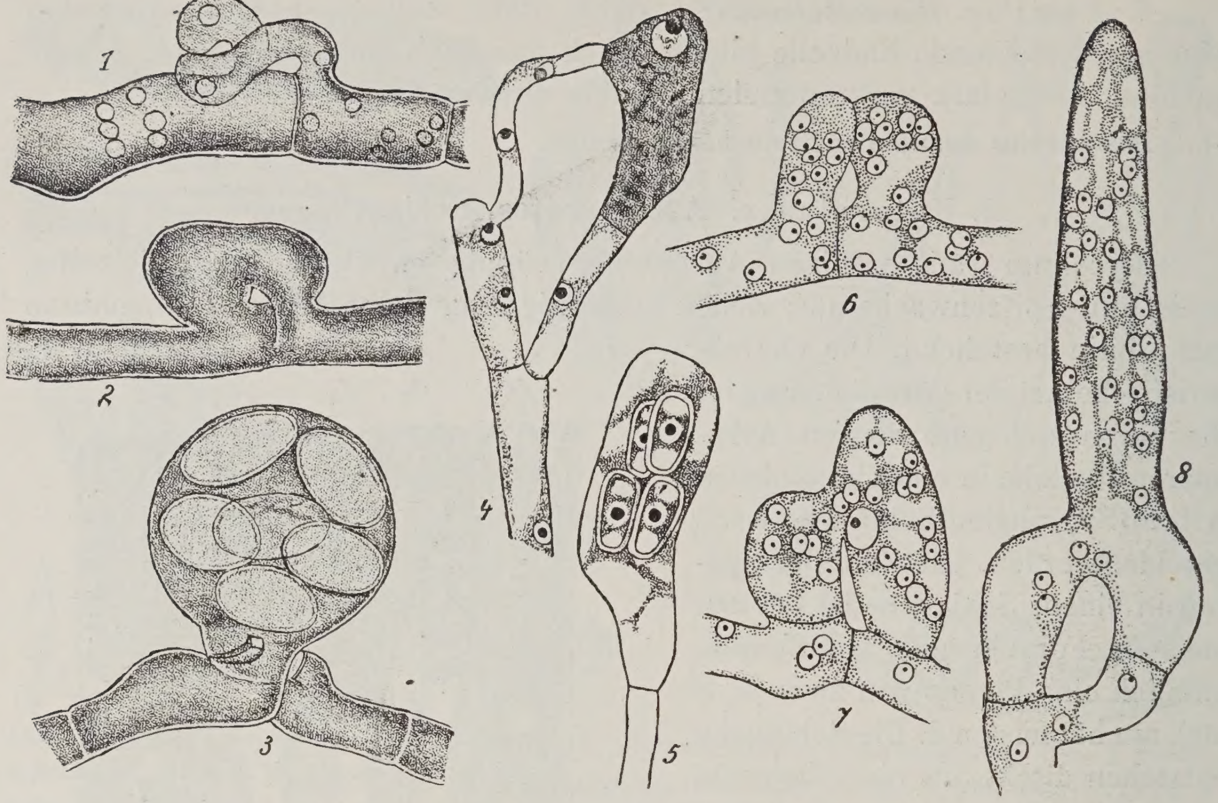


Abb. 125. Befruchtungsvorgänge und Askusbildung bei Ascomyceten. — Fig. 1—3. *Eremascus fertilis.* — Fig. 4 u. 5. *Endomyces Magnusii.* — Fig. 6—8. *Dipodascus albidus.* — Stark vergr. — Fig. 1—3 nach Stoppel, 4 u. 5 nach Guilliermond, 6—8 nach Juel.

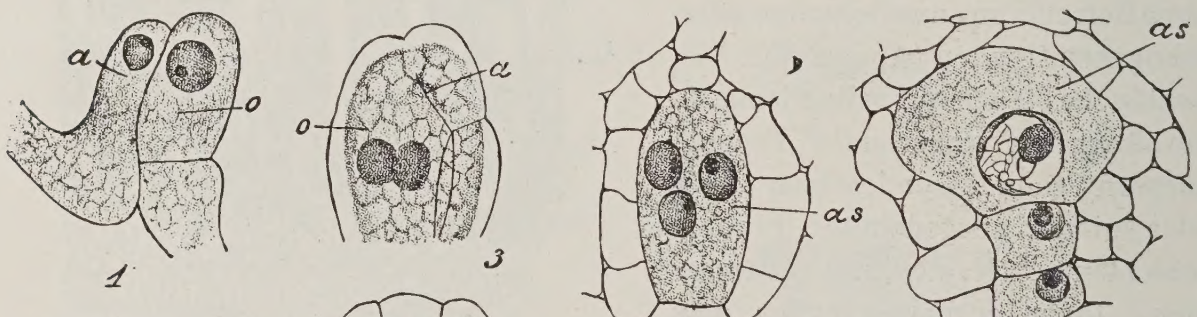


Abb. 126. Befruchtungsvorgang von *Sphaerotheca Castagnei* (*Perisporiales*); stark vergr. — Fig. 1. Anlage des Askogons *o* und des Antheridiums *a*. — Fig. 2. Abgliederung der Antheridialzelle. — Fig. 3. Befruchtungsakt. — Fig. 4. Befruchtetes Askogon mit Hüllfäden. — Fig. 5—8. Weiterentwicklung des Ascus *as* aus dem Askogon; in Fig. 6 ist die Ascusanlage 2kernig; in Fig. 7 erscheinen die beiden Kerne verschmolzen. — Stark vergr. — Nach Harper.

dosporen und Sproßformen; Zoosporen fehlen. — Nur wenige Formen sind Wasserbewohner, die meisten Saprophyten.

Sexuelle Vorgänge sind bei vielen Ascomyceten nachgewiesen worden, daneben gibt es sicher Formen, bei welchen Apogamie eingetreten, der Befruchtungsakt also ausgefallen ist. Die Befruchtungsvorgänge gehören drei verschiedenen Typen an. Bei dem ersten Typus findet sich Kopulation gleichgestalteter oder verschiedener (Askogonien und Antheridien) Myceläste oder Zellen, das Kopulationsprodukt oder die befruchtete Askogonzelle wird direkt zum Schlauche (Abb. 125). Bei dem zweiten Typus entstehen aus dem befruchteten Askogon „askogene Hyphen,“ an denen die Schläuche entstehen (Abb. 126—128). Bei dem dritten Typus enden die Askogonien in lange, haarartige Ver-

Abb. 127. Befruchtungsvorgang und Ascusbildung von *Pyronema omphalodes*. *asc* Askogon, *tr* Trichogyn, *a* Antheridium; in Fig. 3 Austreiben der askogenen Hyphe; 4—8 Hakenbildung der askogenen Hyphe; *s* Ascusanlage. — Stark vergr. — Nach Claussen.

längerungen, Trichogyne, welche entweder über den Thallus hinausragen und dort durch in Spermogonien gebildete Spermatien befruchtet werden oder innerhalb des Thallus mit den Antheridien zusammentreffen (Abb. 129). Die Schlauchbildung erfolgt wie bei Typus II.

Bei einer Reihe von Ascomyceten ist endlich beobachtet worden, daß Antheridien überhaupt fehlen oder mit den Askogonien nicht in Berührung kommen, daß aber trotzdem aus den Askogonien die askogenen Hyphen hervorgehen (Apogamie, z. B. *Ascobolus furfureus*, *Lachnea* u. a.).

Allen Ascomyceten, bei denen der Ascus nicht direkt aus dem befruchteten Askogon entsteht, ist, soweit die bisherigen Untersuchungen dies feststellen lassen, gemeinsam, daß der Ascus aus einem hakenförmig gekrümmten Teile einer askogenen Hyphe entsteht,

welcher zweikernig ist (Abb. 127, Fig. 4 bis 8); erst durch Vereinigung dieser beiden Kerne entsteht der Schlauchkern, dessen Teilung dann die Sporenkerne liefert[33]).

Bei den *Euasci* mit typisch einkernigen Zellen sind alle Zellen des vegetativen Myceliums und des vegetativen Teiles des Fruchtkörpers einkernig, die Zellen der askogenen Hyphen zweikernig. Dies ist der Ausdruck eines antithetischen Generationswechsels. Die askogenen Hyphen repräsentieren eine kleine asexuelle Generation, die allerdings in innigstem Verbande mit der sexuellen (bei den apogamen Formen wenigstens phylogenetisch sexuellen) Generation steht (vgl. auch S. 176). Dem Gametophyten gehören mithin die vegetativen Teile und die nicht aus den askogenen Hyphen hervorgegangenen Teile des Fruchtkörpers (Wand, Paraphysen etc.) an, dem Sporophyten die askogenen Hyphen und die Schläuche. Die Reduktionsteilung erfolgt im Ascus bei der Sporenbildung.

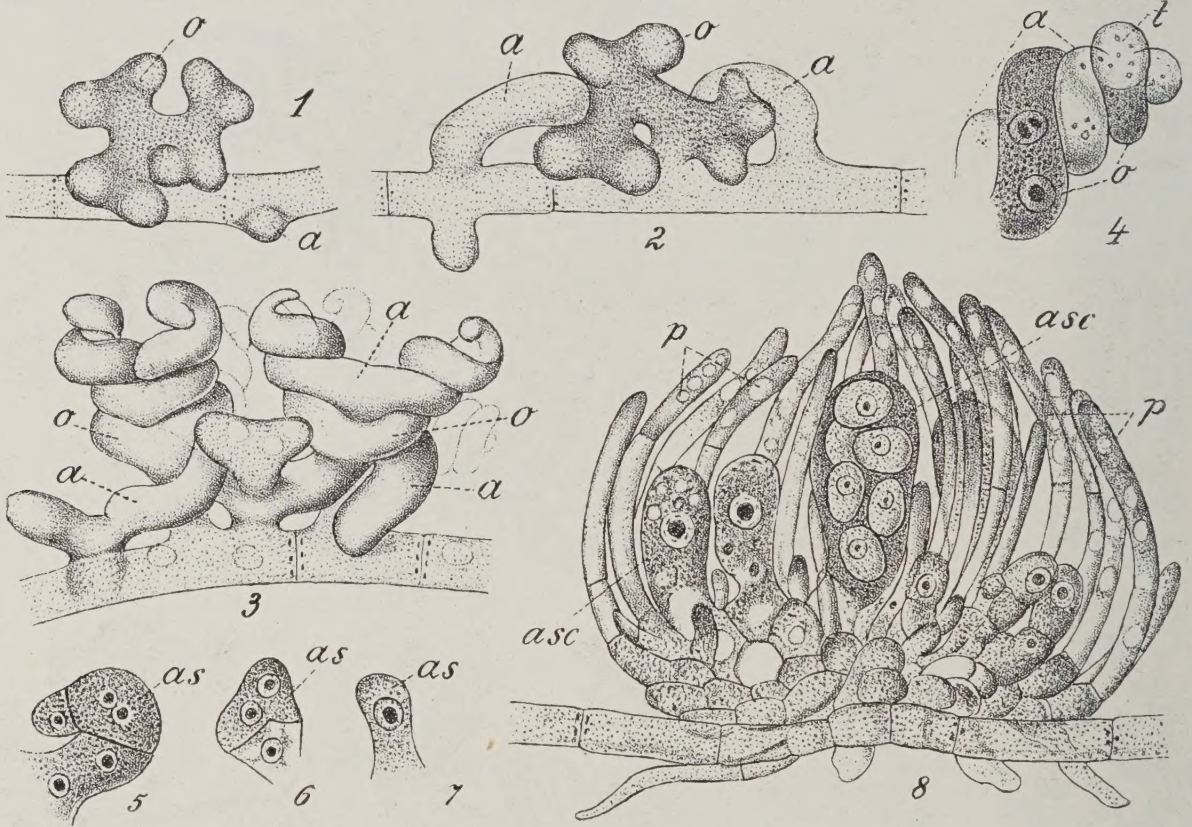


Abb. 128. Befruchtungsvorgang und Ascusbildung von *Ascodesmis nigricans* (*Pezizineae*). — Fig. 1. Anlage eines Oogons *o* und eines Antheridiums *a*. — Fig. 2. Die Antheridienäste *a* legen sich den Oogonästen *o* an. — Fig. 3. Die Antheridienäste *a* umschlingen die Oogonäste *o*. — Fig. 4. Detail aus Fig. 3. Der Oogonast *o* hat ein trichogynartiges Ende *t* ausgebildet. — Fig. 5—7. Entstehung der Ascusanlage *as*. — Fig. 8. Junger Fruchtkörper; *as* Asci, *p* Paraphysen. — Stark vergr. — Nach Claussen.

[33]) Über die Befruchtungsvorgänge der Ascomyceten vgl. Lotsy J. P., Vortr. über bot. Stammesgesch., I., 1907, und die dort befindliche Literaturzusammenstellung. — Ferner: Guilliermond A., La quest. d. l. sex. chez l. Asc. et les rec. trav. (1896—1906). Rev. gen. de bot., XX., 1908, die auf S. 175 zitierte Abhandlung von Vuillemin, endlich: Fraser H. C. J. and Welsford E. J., Furth contrib. to the cytol. of the Ascom. Ann. of Bot., XXII., 1908. — Claussen P., Zur Entw.-Gesch. d. Ascom. *Pyronema confluens*. Zeitschr. f. Bot., IV., 1912. — Nienburg W., Zur Entw.-Gesch. d. *Polystigma rubr.* Zeitschr. f. Bot., VI., 1914. — Dodge B. O., Meth. of cult. and the morphol. of the archic. in Ascobol. Mem. Torrey bot. Club, XXXIX., 1912. — Fraser H. C. J., The developm. of the asc. in *Lachnea*, Ann. of. Bot., XXVII., 1913. — Fitzpatrick H. M., Sexuality in *Rhizina*. Bot. Gaz., LXV., 1918. — Duff G. H., The developm. of the *Geoglossaceae*. Bot. Gaz., LXIX., 1920. — Killian Ch., Sur le developpem. d. *Dothid. Ulmi*. Rev. gen. de Bot., 1920. — Mac Cubin, The developm. of *Helvellaceae*. Bot. Gaz., LXIX., 1920.

Die drei so auffallend verschiedenen Arten des Befruchtungsvorganges könnten den Gedanken nahelegen, daß die Ascomyceten Pilze ganz verschiedener Herkunft umfassen. Der Befruchtungsvorgang nach Typus I erinnert zweifellos an die Phycomyceten, die *Protoasci* stellen geradezu einen Übergang zu diesen dar; Typus II läßt sich unschwer mit Typus I in Verbindung bringen, er ist im wesentlichen durch eine Weiterentwicklung der diploiden

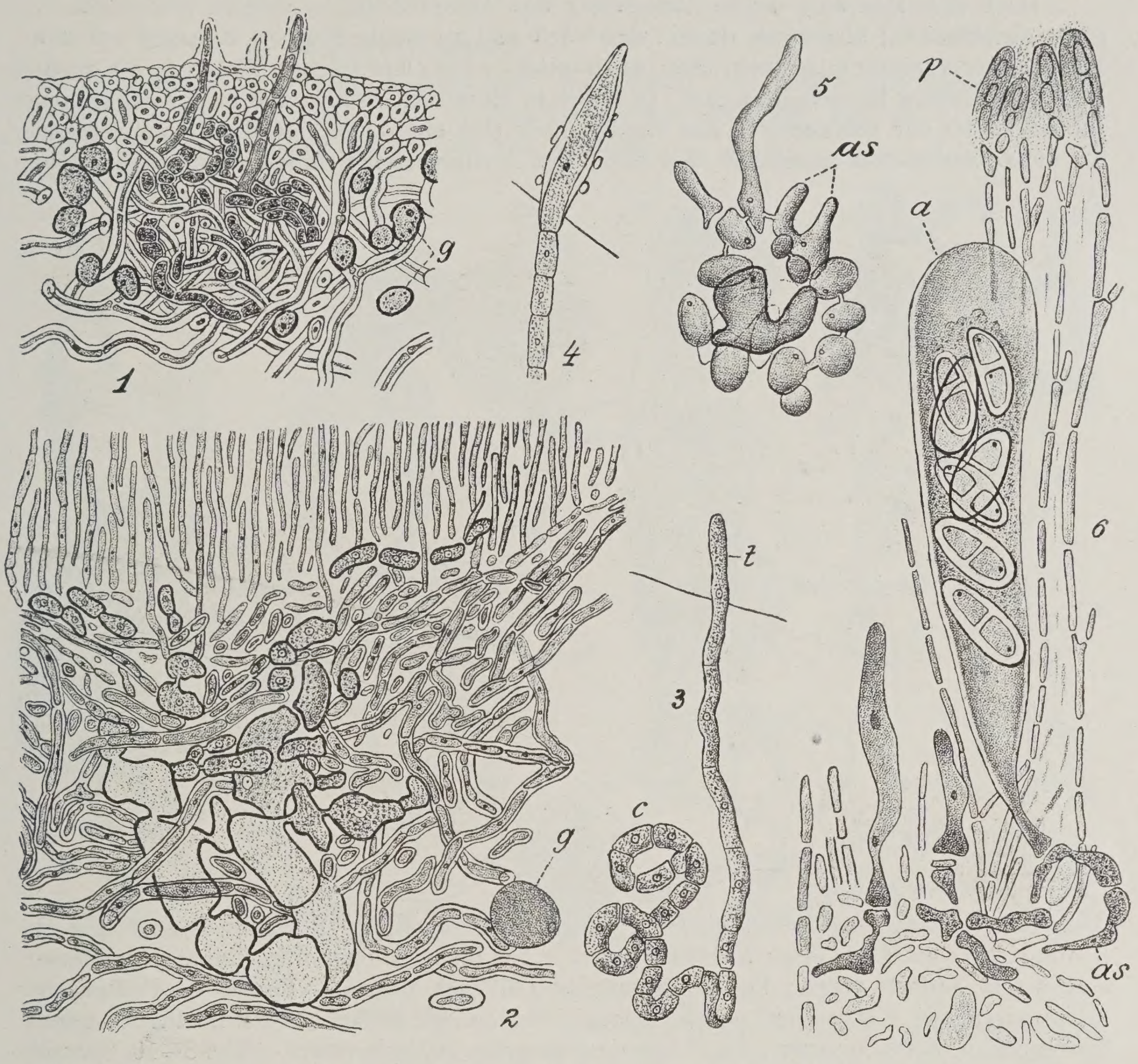


Abb. 129. Befruchtungsvorgang und Ascusbildung bei einigen Flechtenpilzen[34]). — Fig. 1. Askogoniengruppe mit herausragenden Trichogynen von *Parmelia acetabulum*. — Fig. 2 und 3. *Anaptychia ciliaris*; Fig. 2 askogene Hyphen inmitten sterilen Gewebes; Fig. 3 Askogon (*c*) mit Trichogyn (*t*). — Fig. 4. Trichogynende von *Collema crispum*. — Fig. 5 u. 6. *Physcia pulverulenta*. Fig. 5. Austreiben der askogenen Hyphen *as*; Fig. 6 Entstehung eines Schlauches *a* aus den askogenen Hyphen *as* inmitten sterilen Gewebes mit Paraphysenbildung *p*. — Alle Figuren stark vergr. — Fig. 1—4 nach Baur, 5—6 nach Darbishire.

Phase charakterisiert, die schon bei Typus I durch die befruchtete Eizelle repräsentiert ist. Typus III erscheint im ersten Moment als etwas ganz fremdartiges, doch mehren sich Beobachtungen, welche auch diesen Typus mit Typus II verbinden lassen.

[34]) Obwohl zu der Besprechung der Flechten gehörig, wurde diese Abbildung hierher gesetzt, weil sie ebensogut den Befruchtungsvorgang der Ascomyceten vom Typus III illustriert.

Die Ähnlichkeit der Befruchtungsvorgänge bei Typus III mit denen der Rhodophyten hat vielfach zu dem Versuche geführt, genetische Beziehungen der Pilze zu diesen herzustellen oder — da sich die Ähnlichkeiten der Befruchtungstypen I und II mit denen der Phykomyceten nicht in Abrede stellen läßt — eine verschiedene Herkunft der Ascomyceten anzunehmen.

Doch läßt sich eine solche Zweiteilung der Ascomyceten — derzeit wenigstens — nicht durchführen; abgesehen davon, daß noch viel zu wenig Formen in bezug auf den Befruchtungsvorgang untersucht sind, widerspricht auch einer solchen Trennung die große Übereinstimmung im gesamten Bau, ja selbst in einzelnen Details, wie in der erwähnten Bildungsweise der Schläuche[35]). Am ehesten ließe sich eine andere Herkunft heute schon für die *Laboulbeniales* annehmen, die unter den Ascomyceten ziemlich isoliert stehen und

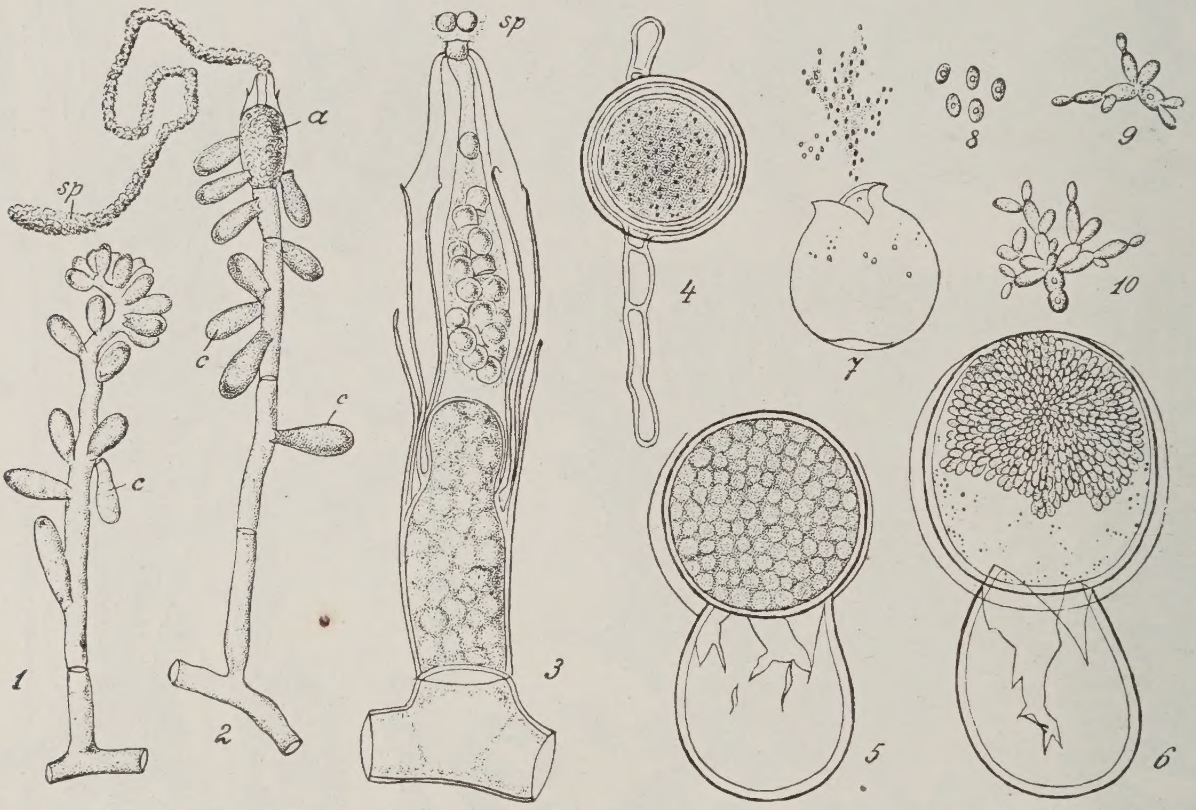


Abb. 130. *Endomycetaceae.* — Fig. 1—3. *Ascoidea rubescens.* Fig. 1 Konidienträger; Fig. 2 Sporangium *a* am Ende eines Konidienträgers, *c* Konidien, *sp* Sporen in eine körnige Masse eingebettet, 60fach vergr.; Fig. 3 Sporangium, 570fach vergr. — Fig. 4—7. *Protomyces macrosporus.* Fig. 4 Mycel mit reifem „Ascus"; Fig. 5 u. 6 „Schläuche" mit heraustretenden Sporenballen, 390fach vergr.; Fig. 7 Sporenentleerung, 200fach vergr. — Fig. 8—10. Sporen und Sproßkolonien von *P. pachydermus*; 320fach vergr. — Fig. 1—3, 9, 10 nach Brefeld, 4—8 nach De Bary.

stark an gewisse Rhodophyten erinnern. Jedenfalls dürften die Befruchtungsvorgänge bei der Systematik der Ascomyceten in der Zukunft eine immer größere Bedeutung erlangen.

Nicht unerwähnt darf bleiben, daß eine von der auch hier vertretenen Auffassung abweichende von Dangeard[36]) begründet wurde, der echte Sexualität den Ascomyceten abspricht.

---

[35]) Über die Möglichkeit, zwischen den beiden Typen Beziehungen herzustellen, vgl. Killian K., Üb. d. Sexual. v. *Venturia.* Zeitschr. f. Bot., IX., 1917. — Bachmann Fr., A new type of spermagon. and fertil. in *Collema.* Ann. of. Bot., XXVI., 1912; in dieser Abhandlung wird Bildung von Spermatien und Befruchtung innerhalb des Thallus beschrieben. — Vgl. auch Atkinson P. F., Phylog. and relationship en the Ascom. Ann. Miss. Bot. Gard., II., 1915. — Killian Ch., La sexual. des Ascom. Bull. biolog., LIV., 1921.

[36]) Vgl. Dangeard P. A., La reprod. sex. envis. d. s. nat., dans son orig. et dans ses consequ. Le Botaniste, XIII., 1915.

1. Gruppe. **Protoasci.** Fädiges Mycelium vorhanden oder fehlend, keine Fruchtkörperbildung. Befruchtungsvorgang nach Typus I. Schläuche direkt aus dem befruchteten Askogon hervorgehend, keine Hymenien bildend. Kein Generationswechsel, Haplobionten.

1. Familie. ***Endomycetaceae.***

Eremascus albus auf verdorbenem Malzextrakt, *E. fertilis* auf eingetrockneten Früchten (Abb. 125, Fig. 1—3). — *Endomyces* (Abb. 125, Fig. 4 u. 5). — *Dipodascus* (Abb. 125, Fig. 6—8) in Wundsäften von Pflanzen.

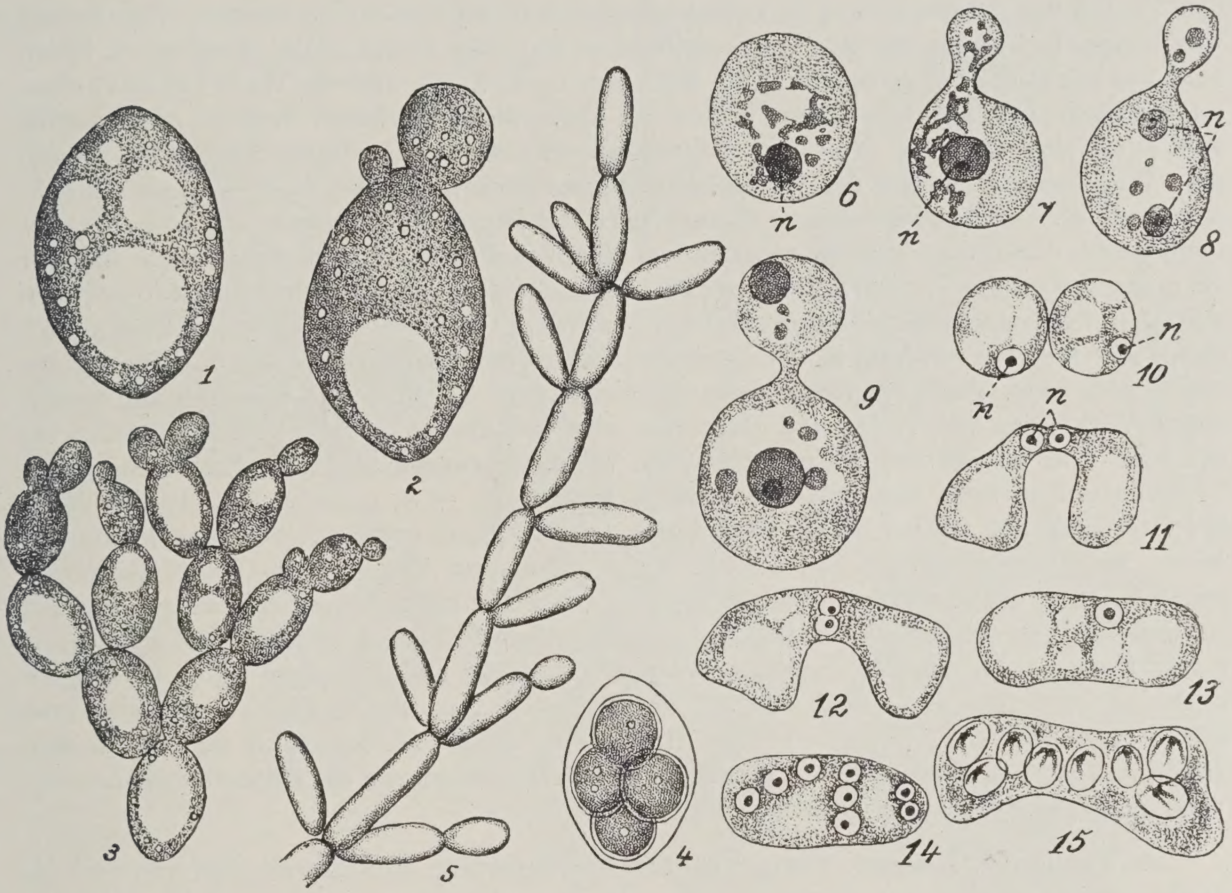


Abb. 131. *Saccharomycetaceae.* — Fig. 1—4. *Saccharomyces cerevisiae* nach nicht tingierten Präparaten. Fig. 1 Einzelzelle; Fig. 2 Zelle mit beginnender Sproßung, 1500fach vergr.; Fig. 3 Sproßkolonie, 1000fach vergr.; Fig. 4 Zelle mit Sporenbildung, 1200fach vergr. — Fig. 5. *S. ellipsoideus*, mycelartiger Verband von Sproßzellen, wie solche in älteren Kahmhäuten sich finden; 1000fach vergr. — Fig. 6—9. Ruhende und sproßende Zellen von *S. cerevisiae* nach tingierten Präparaten, *n* Kerne. — Fig. 10 bis 15. *Schizosaccharomyces octosporus*. Fig. 10 zwei Individuen vor der Kopulation, Fig. 11—13 Kopulationsstadien, Fig. 14 und 15 Sporenbildung, *n* Kerne. — Fig. 1—4 modifiziert nach Luerssen und Rees, Fig. 5 nach Hansen, Fig. 6—15 nach Guilliermond.

Unsicher ist die Stellung von *Ascoidea* (Abb. 130, Fig. 1—3) in Wundsäften von Holzpflanzen und von *Protomyces*[37]), parasitisch auf Blütenpflanzen (*P. macrosporus* in Umbelliferen, *P. pachydermus* in *Taraxacum*, vgl. Abb. 130, Fig. 4—10); von beiden sind Sexualvorgänge unbekannt.

2. Familie. ***Saccharomycetaceae***[38]). (Abb. 131.) Ein eigentliches fädiges

---

[37]) Büren G., Die schweiz. Protomycetaceen etc. Beitr. Kryptog.-Flora d. Schweiz, V., 1915.

[38]) Vgl. Hansen A. in Meddelels. f. Carlsborg Laborat., seit 1881; Grundlin. f. System. d. Saccharomyc. Zentralbl. f. Bakt., II. Abt., XII., 1904. — Jörgensen J., Die Mikro-

Mycelium fehlt. Pflanze einzellig; durch Sprossungen oder Teilungen vermehren sich die Zellen und bilden Sproßkolonien mit abgerundeten Individuen. Unter bestimmten Ernährungsverhältnissen können die Zellen zu Fäden auswachsen und sich zu mycelartigen Bildungen vereinigen. Sporenbildung (1—8 Sporen in jedem Schlauch) in unveränderten Zellen, d. h. ohne Befruchtungsvorgang (Apogamie) oder nach Kopulation zweier gleichgeformter oder wenig verschiedener Zellen.

Viele *Saccharomyces*-Arten sind als „Hefepilze" von Wichtigkeit; sie sind befähigt, den Prozeß der Alkoholgärung in kohlehydrathältigen Substanzen zu erregen. Der Prozeß wird eingeleitet durch ein im Plasma gebildetes, lösliches Enzym. Die wichtigsten Hefen sind die Bierhefe, *S. cerevisiae* (Abb. 131, Fig. 1—4, 6—9), und die Weinhefe, *S. ellipsoideus* (Abb. 131, Fig. 5). Erstere ist nur als Kulturpflanze bekannt, letztere kommt auch wild auf Weinbeeren vor. Von beiden Arten gibt es verschiedene Rassen, auf deren spezifische Wirkungen zum Teil die verschiedene Beschaffenheit der erzielten Getränke zurückzuführen ist. Anderseits werden charakteristische Eigentümlichkeiten alkoholischer Getränke auch durch das Zusammenwirken von Hefen und Spaltpilzen hervorgerufen. Bei der Biergärung wird die Bierwürze, die durch Abkochung von Malz (gekeimte Gerste) gewonnen wird, bei der Weingärung der zuckerhaltige Traubensaft vergoren. — Hefepilze finden auch als „Preßhefe" Verwendung in der Bäckerei; die bei der Gärung entstehende Kohlensäure lockert den Teig. Auch die verschiedene Beschaffenheit des Brotes ist zum Teil auf kombinierte Wirkungen von Hefen und Bakterien zurückzuführen. — Manche Hefen treten bei der Bier- und Weingärung als unerwünschte Verunreinigungen auf, so *S. Pasteurianus*, der Trübung und bitteren Geschmack des Bieres hervorruft. — *S. apiculatus* spielt eine Rolle bei Bereitung der Obstweine, *S. Mycoderma* tritt in Form gerunzelter grauer Häute auf Wein, Bier, sauren Gurken etc. auf, *S. Kefyr* erzeugt im Vereine mit einigen Bakterien aus Kuhmilch ein unter dem Namen Kefyr in den Kaukasusländern bekanntes, bei uns zu Heilzwecken verwendetes Getränk. — Farbstoffe produzieren *S. niger* und *S. glutinis* („rosa Hefe"). — *Monospora cuspidata*, Schläuche mit einer nadelförmigen Spore, parasitisch in kleinen Crustaceen. — Während bei *Saccharomyces* Kopulation fehlt, findet sich eine solche (vgl. Abb. 131, Fig. 10—15) bei *Schizosaccharomyces* (*S. octosporus* und *S. Pombe*), *Debaryomyces*, *Nadsonia* u. a. — *Atichia* ist nach Höhnel ein an die epiphytische Lebensweise angepaßter, hierher gehöriger Pilz.

2. Gruppe. **Euasci.** Stets Fruchtkörperbildung. Schläuche aus askogenen Hyphen hervorgehend, welche aus dem befruchteten Askogon entstehen. Anthithetischer Generationswechsel.

1. Ordnung. ***Perisporiales***[39]). (Abb. 132.) Befruchtungsvorgang

---

organismen der Gärungsindustrie. 2. Aufl., 1890. — Koch A., Jahresb. üb. d. Fortschr. in d. Lehre der Gärungsorganismen, seit 1891. — Lafar in Wiesner, Rohstoffe, 2. Aufl., 1900; 3. Aufl., 1921. — Guilliermond A., Rech. cytol. sur l. lév. Rev. gen. d. Bot., XV., 1903; Rech. s. l. germ. et la conjug. d. lév. Rev. gen. d. Bot., 1905; Nouv. observ. s. l. sex. d. lév. Arch. f. Prot.-Kunde, XXVIII., 1913. — Fuhrmann F., Der feinere Bau der *S.*-Zelle. Zentralbl. f. Bakt., II. Abt., XVI., 1906; Die Kernteilung v. *S. ellips.*, a. a. O., XV., 1905. — Dombrowski W., Die Hefen in Milch und Milchprod. Zentralbl. f. Bakteriol., XXVIII., 1910. — Marchand H., La conjug. d. spores chez les lév. Rev. gen. d. Bot., XXV., 1913. — Konokotina A. G., Üb. d. neuen Hefepilze mit heterogam. Kopul. Bull. jard. bot. St. Petersb., XIII., 1913. — Saito K., Die Parthenosporenbild. bei *Zygosacch.* Bot.-Mag. Tokyo, XXXII., 1918.

[39]) Harper R. A., Die Entw. d. Perith. bei *Sphaerotheca.* Ber. d. d. bot. Ges., 1896. — Palla E., Üb. d. Gttg. *Phyllactinia.* Ber. d. d. bot. Ges., 1899. — Salmon E. S., A monogr. of the *Erysiph.* Mem. Torr. bot. Cl., IX., 1900. — Neger F. W., Beitr. z. Biol. d.

(Abb. 126) nach Typus II. Einzelne oder mehrere Schläuche von einer gemeinsamen Hülle (Peridie) umgeben, daher in kleinen Fruchtkörpern. Peridie kugelig oder schildförmig, geschlossen bleibend, selten nur sich oben mit einem Loche öffnend.

Hierher gehören insbesondere zahlreiche, die Familie der ***Erysiphaceae*** (Abb. 132, Fig. 1—4) bildende, auf lebenden Pflanzen parasitische Formen, mit weißem, die Oberhaut der betreffenden Pflanzenteile schimmelartig überziehendem und Konidien abschnürendem Luftmycelium („Mehltau") und demselben aufsitzenden, winzigen, kugeligen, fädige

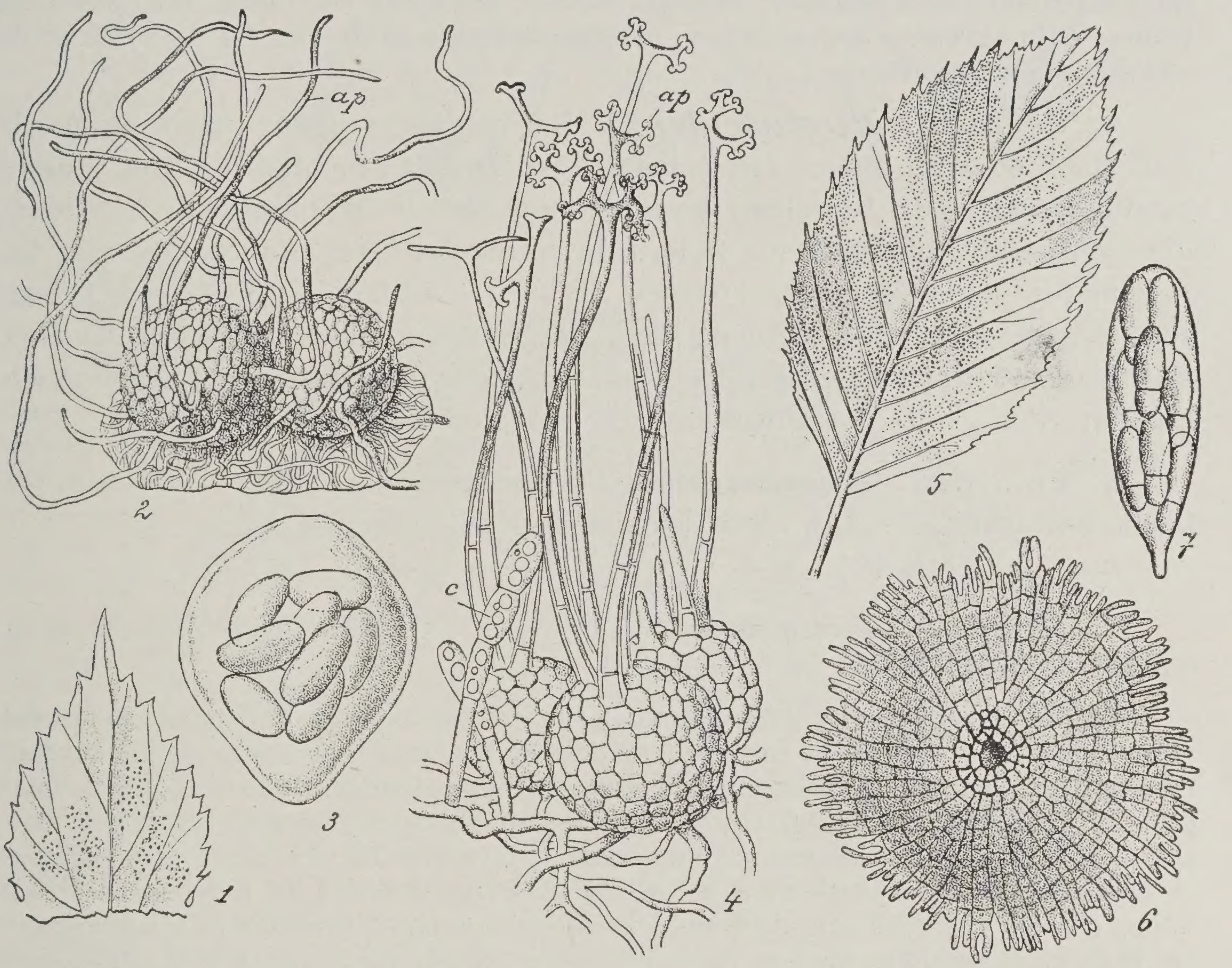


Abb. 132. *Perisporiales.* — Fig. 1—3. *Sphaerotheca Humuli.* Fig. 1 Stück eines Blattes von *Humulus* mit Fruchtkörpern, nat. Gr.; Fig. 2 zwei Fruchtkörper, *ap* Anhängsel, 175fach vergr.; Fig. 3 Ascus, 380fach vergr. — Fig. 4. *Podosphaera tridactyla*, Konidienträger *c* und 3 Fruchtkörper mit Anhängseln *ap.* — Fig. 5—7. *Microthyrium microscopicum.* Fig. 5 Fruchtkörper auf einem Blatte, nat. Gr.; Fig. 6 Fruchtkörper, stark vergr.; Fig. 7 Schlauch. — Fig. 2—4 nach Tulasne, Fig. 5 nach Lindau, Fig. 6—7 nach Winter.

Anhängsel tragenden Fruchtkörpern. Die Konidienträger mancher Formen wurden früher als selbständige Pilze unter dem Namen *Oidium* beschrieben. Viele Arten sind insbesondere in den extratropischen Gebieten sehr häufig, so z. B. *Sphaerotheca Humuli* (= *S. Castagnei*) (Abb. 132, Fig. 1—2) u. a. auf dem Hopfen, dessen Kulturen schädigend; *S. pannosa* ebenso auf Rosen; *S. mors uvae* auf Stachelbeeren („amerikanischer Stachelbeermehltau", im

---

Erys. I. u. II. Flora, 1901 und 1902. — Blackman U. H. and Fraser H. C. J., Fertiliz. in *Sphaerotheca.* Ann. of Bot., 1905. — Beszssonoff N., Quelqu. nouv. faits conc. la format. d. perithèce. Bull. soc. myc. France, XXX., 1914.

Gegensatze zu dem europäischen St., *Microsphaera Grossulariae*); *Erysiphe Polygoni* (*E.* = *Pisi*) besonders auf Leguminosen, *E. graminis* auf Gräsern, *E. Cichoriacearum* auf Compositen, Cucurbitaceen etc., *Uncinula necator* (= *U. spiralis*) auf dem Weinstocke, dessen Konidienträger den schon lange als *Oidium Tuckeri* bekannten, schädlichen Parasiten des Weines darstellen; *Podosphaera leucotricha* auf Apfelbäumen; *Phyllactinia corylea* auf verschiedenen Waldbäumen. Bekämpfung sämtlicher Erysiphaceen durch Bestäuben mit gepulvertem Schwefel oder durch Bespritzen mit Schwefelkalkbrühe und anderen Schwefelpräparaten.

Von den *Erysiphaceae* unterscheiden sich die ***Perisporiaceae*** (z. B. *Perisporium*-Arten auf faulendem Papier, Stroh u. dgl.; *Capnodium salicinum*, der „Rußtaupilz", epiphytisch auf vielen Pflanzen; *Thielavia basicola*, Schädling des Tabaks etc.) durch ein braunes oden schwarzes Luftmycelium, die ***Microthyriaceae*** (Abb. 132, Fig. 5—7) durch die schildförmigen Fruchtkörper.

2. Ordnung. **Plectascales**[40]). Befruchtungsvorgang nach Typus II. Außerhalb oder im Innern des Substrates entstehen Fruchtkörper von zumeist rundlicher Gestalt. Dieselben besitzen eine sterile Wandschichte (Peridie); die Schläuche entstehen im Innern in unregelmäßiger Anordnung aus unregelmäßig verlaufenden askogenen Hyphen. Schläuche 2—8sporig. Eine regelmäßige Art des Öffnens der Fruchtkörper fehlt. Von zahlreichen Formen sind auch fadenförmige Konidienträger bekannt, die sogar manchmal an Häufigkeit des Auftretens die Schlauchform übertreffen.

1. Familie. ***Gymnoascaceae.*** Peridie aus einem ganz lockeren Geflecht bestehend. — Auf verschiedenen faulenden Substraten.

Gymnoascus, *Myxotrichum*.

2. Familie. ***Aspergillaceae.*** (Abb. 133.) Peridie dicht, geschlossen. Fruchtkörper klein, nicht unterirdisch, nicht gestielt.

Hierher gehören einige Arten, deren Konidienträger zu den häufigsten „Schimmelpilzen" zählen. — *Aspergillus*, Konidienträger am Ende blasenförmig erweitert und mit zahlreichen Sterigmen besetzt, welche in Reihen Konidien abschnüren. *A. herbariorum*, *A. fumigatus* u. a. auf verschiedenen, vorwiegend vegetabilischen Substanzen; parasitisch, bzw. zum Teil auch pathogen im menschlichen Körper, besonders im Gehörgange: *A. malignus*, *A. niger*, *A. flavus*, *A. fumigatus* u. a.; *A. Oryzae*, Diastasebildner bei Bereitung des Reisweines (Saké); *A. Wentii* auf gekochten Sojabohnen u. a. m. — *Penicillium*, Konidienträger am Ende nicht erweitert, sondern verzweigt, an den Enden der Zweige Konidien in Ketten abschnürend. *P. crustaceum* (Pinselschimmel) (Abb. 133). Verbreitetster Schimmelpilz auf organischen Substanzen, ruft verschiedene Zersetzungen hervor; Konidien graugrün; *P. italicum* u. *olivaceum* auf Zitronen und Orangen; *P. minimum*, pathogen im menschlichen Ohre. — *Penicilliopsis*.

3. Familie. ***Onygenaceae*** (*Onygena* auf Hufen, Federn, Horn) mit meist gestielten und 4. Familie ***Trichocomaceae*** (*Trichocoma*) mit sich später becherartig öffnenden Fruchtkörpern.

5. Familie. ***Elaphomycetaceae.*** Fruchtkörper unterirdisch, ziemlich groß, knollenartig. Peridie gegen die sporenbildende Innenmasse scharf abgegrenzt.

---

[40]) Eidam E., Beitr. z. Kenntn. d. Gymnoasc. Beitr. z. Biol., III., 1880. — Rees M. u. Fisch C., Unters. üb. Bau u. Lebensw. d. Hirschtrüffel. Bibl. bot., Heft 7, 1887. — Wehmer C., Die Pilzgattung *Aspergillus*. Mem. Soc. phys. et d'hist. nat. Genève, 1901.

Die trüffelartigen Fruchtkörper von *Elaphomyces cervinus*, *E. variegatus* u. a. unterirdisch in Waldungen. Die Sporen werden durch Tiere, welche die Fruchtkörper verzehren, verbreitet. Mycelien der *E.*-Arten treten, gleichwie die der folgenden Familie in Symbiose mit den Wurzeln von Waldbäumen (Mykorrhiza).

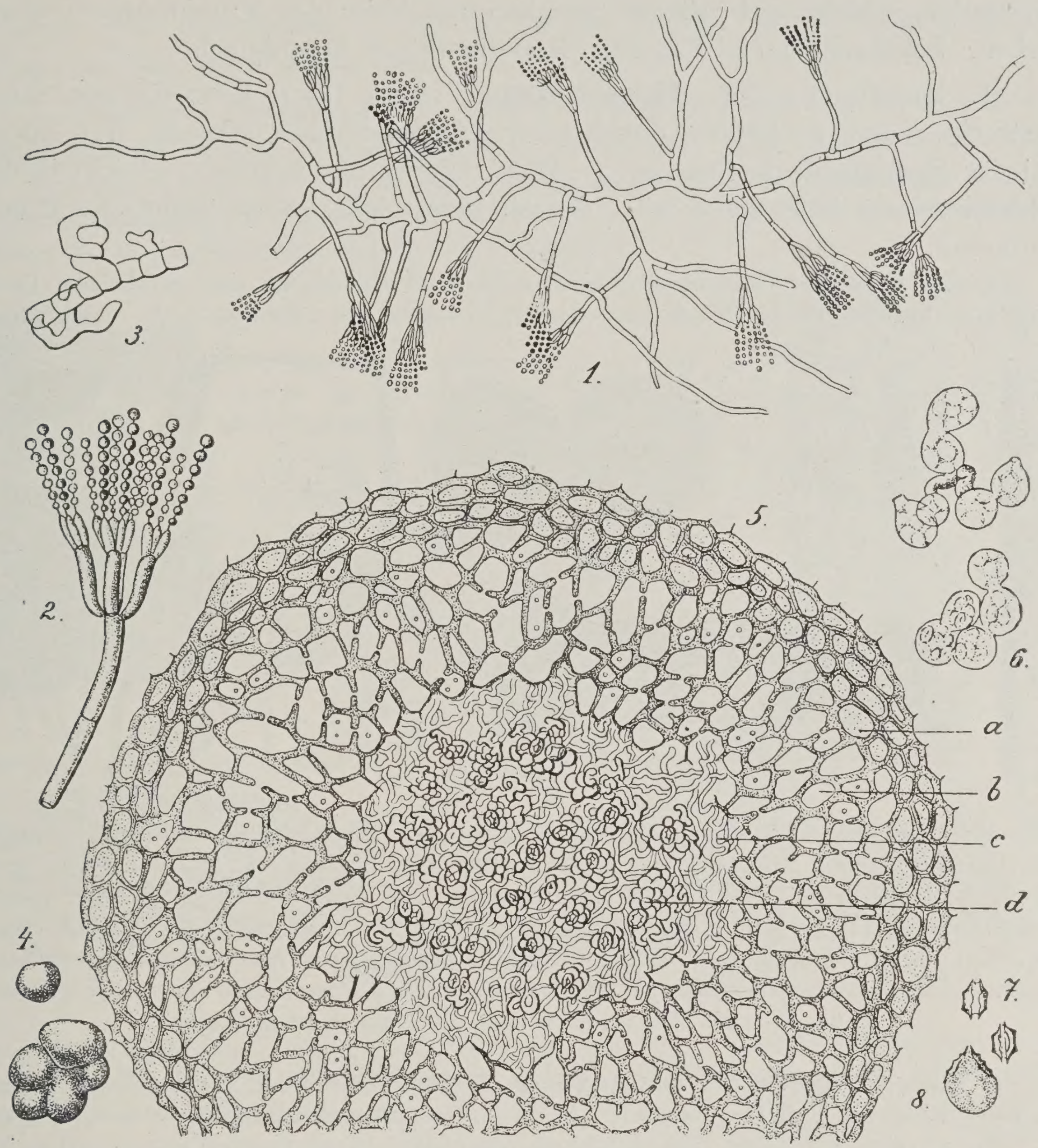


Abb. 133. *Penicillium crustaceum.* — Fig. 1. Mycelium mit Konidienträgern; 120fach vergr. — Fig. 2. Konidienträgerende; 630fach vergr. — Fig. 3. Fruchtkörperanlage; 630fach vergr. — Fig. 4. Fruchtkörper; 15fach vergr. — Fig. 5. Fruchtkörper im Durchschnitte mit den 4 Schichten *a—d*, von denen *d* Schläuche bildet; 300fach vergr. — Fig. 6. Asci; 630fach vergr. — Fig. 7. Askosporen. — Fig. 8. Keimende Askospore; 800fach vergr. — Nach Brefeld.

6. Familie. **Terfeziaceae,** verschieden von der vorhergehenden Familie durch nicht scharf abgegrenzte Peridie.

Terfezia-Arten im europäischen Mittelmeergebiete und Südwestasien wichtige Speisepilze, ebenso *Choiromyces maeandriformis* in Mitteleuropa.

3. Ordnung. **Discomycetes**[41]). Befruchtungsvorgang nach Typus II

[41]) Boudier E., Hist. et classif. des Disc. d'Eur., 1907. — Falck R., Üb. d. Sporenverbr. bei den Ascom. I. Die radiosensibl. Discom. Mykol. Unters. u. Ber., 1916.

(Abb. 127. u. 128) oder Apogamie. Fruchtkörper auf und im Substrate, sehr verschieden geformt, meistens bei der Sporenreife die Schlauchschichte freigebend. Schläuche nicht büschelig stehend, sondern zu flachen Hymenien verbunden, welche auf größere Strecken hin Teile des Fruchtkörpers überziehen. Schläuche meist 8sporig. Konidienträger mannigfach.

1. Unterordnung. **Hysteriineae.** (Abb. 134.) Fruchtkörper langgestreckt. Wand schließlich durch einen Längsspalt sich öffnend. Hymenium bei der Sporenreife freiliegend. — Diese Unterordnung dürfte, gleichwie die folgende, recht heterogene, aber derzeit noch nicht besser trennbare Typen umfassen.

Einige Arten der Gattungen *Lophodermium* und *Hypoderma* sind gefährliche Parasiten auf Blättern, so *L. Pinastri* auf Kiefern (Ursache der „Schütte"), *L. nervisequium*

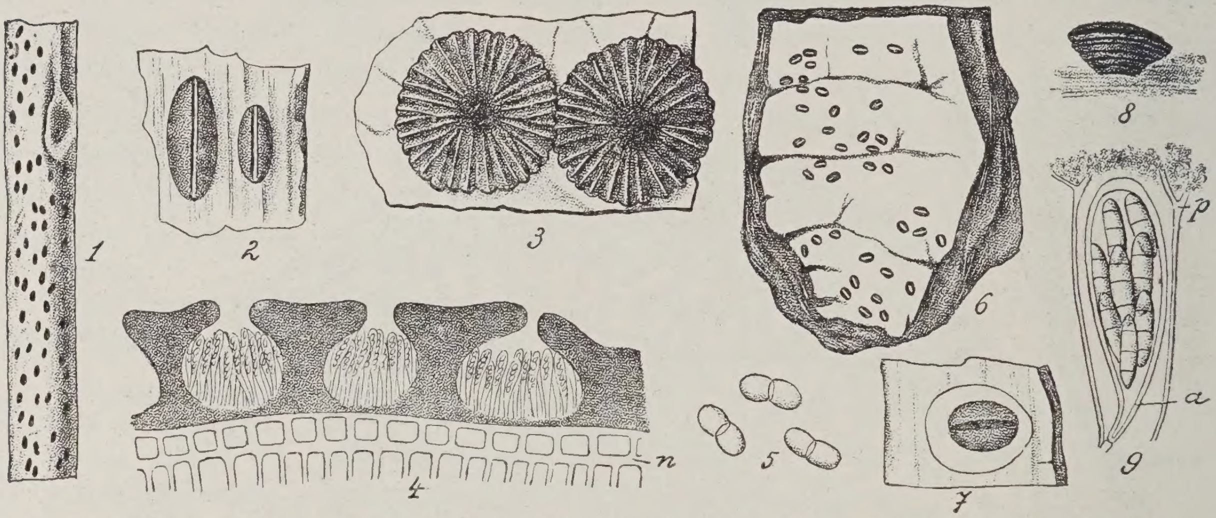


Abb. 134. *Hysteriineae.* — Fig. 1 u. 2. *Hypoderma Rubi.* Fig. 1 Zweig mit Fruchtkörpern, nat. Gr.; Fig. 2 zwei Fruchtkörper, vergr. — Fig. 3—5. *Parmularia Styracis.* Fig. 3 zwei Stromata, 4fach vergr.; Fig. 4 Stück eines Querschnittes durch ein Stroma, stärker vergr.; Fig. 5 Sporen. — Fig. 6 u. 7. *Hysterium pulicare.* Fig. 6 Rindenstück mit Fruchtkörpern, nat. Gr.; Fig. 7 Fruchtkörper, vergr. — Fig. 8. Fruchtkörper von *Ostreion americanum*; vergr. — Fig. 9. Ascus *a* und Paraphysen *p* von *Gloniella Typhae*; stark vergr. — Fig. 1 und 2, 6 u. 7 nach Rehm, 3—5 nach Lindau, 8 nach Duby.

auf der Tanne, *L. macrosporum* auf der Fichte; *H. brachysporum* auf *Pinus Strobus.* — Auf Holz und Rinde saprophytisch besonders Arten der Gattungen *Lophium*, *Hysterium*, *Glonium.*

2. Unterordnung. **Phacidiineae.** (Abb. 135.) Fruchtkörper rundlich, seltener langgestreckt. Wand schließlich durch sternförmig verlaufende Risse, seltener durch gelappte Längsspalten sich öffnend. Hymenium bei der Sporenreife freiliegend.

Parasiten: *Naemacyclus niveus* auf Coniferennadeln; *Rhytisma acerinum* auf Ahornblättern (Abb. 135, Fig. 3), *R. salicinum* auf Weidenblättern, beide große schwarze Flecke erzeugend; *Trochila*-Arten auf Blättern verschiedener Pflanzen. — Saprophytisch auf Blättern und krautigen Teilen Arten der Gattungen *Phacidium*, *Scleroderris* u. a. — Saprophytisch auf Holz besonders Arten der Gattungen *Naevia*, *Propolis* (Abb. 135), *Stictis* u. a.

Hier würde sich am ehesten eine Gruppe von Pilzen einfügen, welche bisher wenig aufgeklärt ist. Sie ist charakterisiert durch die zur Zeit der Sporenreife verschwindenden Schläuche und die dann mit den sich verlängernden Paraphysen verklebenden Sporen. Fruchtkörper schalenförmig oder gestielt, anfangs geschlossen: ***Protocaliciaceae.***

3. Unterordnung. **Pezizineae.** Fruchtkörper nur anfangs geschlossen, sehr bald sich öffnend und das Hymenium daher sehr früh vollkommen frei. Fruchtkörper häufig von fleischiger Konsistenz, im reifen Zustande becher-, scheiben- oder tellerförmig. — Im Gegensatze zu den beiden vorigen Unterreihen vielfach ansehnliche Pilze.

1. Familie. ***Pyronemataceae.*** Fruchtkörper klein, konvex oder scheibenförmig, einem feinen Hyphengeflechte aufsitzend. Bau parenchymatisch.

Pyronema omphalodes (= *P. confluens*), nicht selten auf Erde, Brandstellen u. dgl. mit dem Hyphengeflechte große Flächen überziehend (vgl. Abb. 127). Eines der günstigsten Objekte zur Beobachtung des Befruchtungsvorganges.

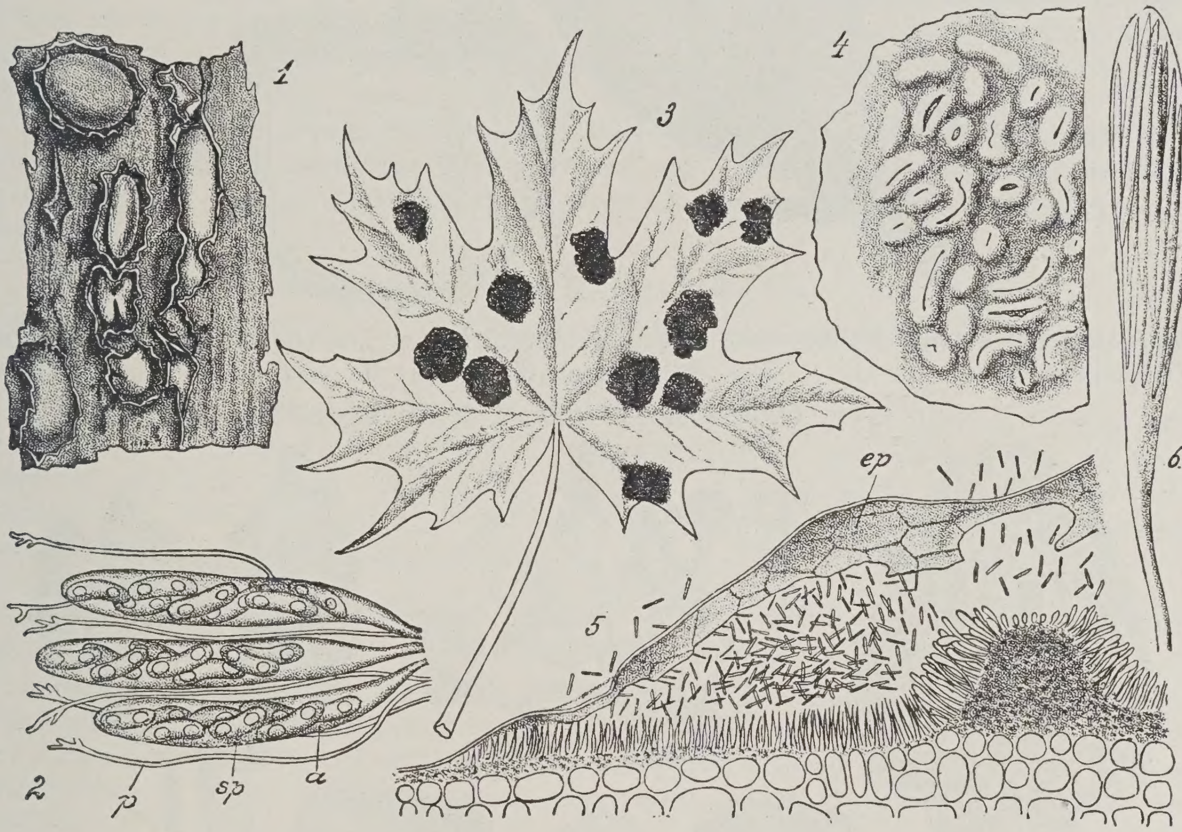


Abb. 135. *Phacidiineae.* — Fig. 1 u. 2. *Propolis faginea.* Fig. 1 mehrere Fruchtkörper, vierfach vergr.; Fig. 2 Asci *a* mit Paraphysen *p*, *sp* Sporen, 200fach vergr. — Fig. 3 bis 6. *Rhytisma acerinum.* — Fig. 3 Blatt von *Acer* mit Stroma, nat. Gr.; Fig. 4 ein Stroma vergr.; Fig. 5 Durchschnitt durch ein Konidienlager, *ep* abgehobene Epidermis; Fig. 6 Schlauch, stark vergr. — Fig. 1, 2, 5 nach Tulasne, 3—4 nach Lindau.

2. Familie. ***Pezizaceae.*** Fruchtkörper selten deutlich gestielt, oberflächlich, scheiben- oder becherförmig. Schläuche nicht aus dem Hymenium hervortretend.

Zumeist recht auffallende, bodenbewohnende Pilze: *Sphaerospora trechispora* mit scharlachroten, außen behaarten, scheibenförmigen Fruchtkörpern; *Sarcosphaera coronaria* mit großen, bis 10 *cm* im Durchmesser haltenden, innen violetten, außen weißlichen Fruchtkörpern; *S. coccinea* mit scharlachroten, becherförmigen, großen Fruchtkörpern auf Waldboden, *S. macropus* (Abb. 137, Fig. 6) mit langem Stiel, zwischen Gras; *Plicaria vesiculosa* (Abb. 137, Fig. 7) mit wachsgelben großen Fruchtkörpern auf gedüngtem Boden, genießbar; *Otidea leporina*, Fruchtkörper auf einer Seite bis zum Grunde offen, genießbar.

3. Familie. ***Ascobolaceae.*** Fruchtkörper nicht gestielt, oberflächlich,

parenchymatisch. Schläuche bei der Sporenreife über das Hymenium hervortretend, die Sporen häufig ausspritzend.

Kleine, insbesondere Exkremente pflanzenfressender Tiere bewohnende Pilze: *Lasiobolus equinus* mit außen behaarten Fruchtkörpern, *Saccobolus violaceus*, *Ascobolus glaber*, *A. stercorarius* etc.

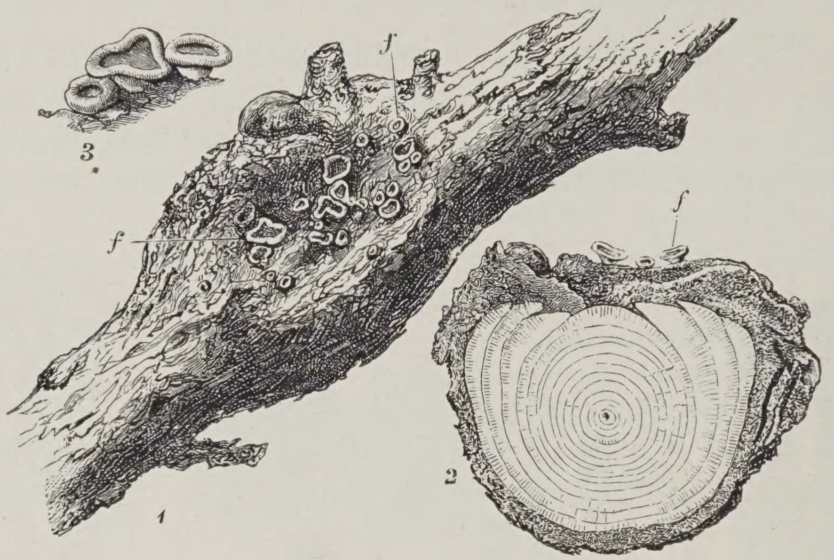


Abb. 136. *Dasyscypha Willkommii.* — Fig. 1. Aststück einer Lärche mit Krebsstelle und Fruchtkörpern *f*; nat. Gr. — Fig. 2. Querschnitt durch die Krebsstelle; nat. Gr. — Fig. 3. Fruchtkörper; etwas vergr. — Original.

Abb. 137. *Discomycetes.* — Fig. 1. *Morchella esculenta*; nat. Gr. — Fig. 2. *Sclerotinia Libertiana*, *s* Sklerotium; nat. Gr. — Fig. 3 *Helvella infula*; nat. Gr. — Fig. 4. *Spathularia clavata*; nat. Gr. — Fig. 5. *Leotia gelatinosa*; nat. Gr. — Fig. 6. *Sarcosphaera macropus*; nat. Gr. — Fig. 7. *Plicaria vesiculosa*; nat. Gr. — Fig. 8. *Dasyscypha Willkommii*; nat. Gr. — Original.

4. Familie. ***Helotiaceae.*** Fruchtkörper von Anfang an frei oder zuerst eingesenkt, wachsartig weich, schüssel- bis becherförmig, kürzer oder länger gestielt. Bau faserig.

Sclerotinia, Fruchtkörper sich aus einem Sklerotium entwickelnd. *S. baccarum* bildet dasselbe in den Fruchtknoten von *Vaccinium Myrtillus*, *S. urnula* in jenen von *V. Vitis idaea*. *S. Fuckeliana* bildet Sklerotien an zahlreichen verschiedenen Pflanzen, unter anderen auf dem Weinstocke; die Konidienform dieses Pilzes ist schon lange als häufiger, auf den verschiedensten Pflanzen parasitisch auftretender Schimmelpilz unter dem Namen *Botrytis cinerea* („Grauschimmel") bekannt; *S. Libertiana* (= *S. sclerotiorum*) (Abb. 137, Fig. 2) parasitisch und pathogen auf verschiedenen Kulturpflanzen, so Rüben, Rettichen, Bohnen etc., an deren unterirdischen Teilen Sklerotien erzeugend; *S. bulborum* verursacht den „schwarzen Rotz" der Hyazinthenzwiebeln. *S. cinerea* auf Kirschen; *S. fructigena* auf Äpfeln und Birnen; *S. laxa* auf Aprikosen; die sehr häufigen Konidienformen der drei letztgenannten Arten werden als *Monilia* bezeichnet. *S. Trifoliorum* auf Kleearten, *Medicago*, *Onobrychis* verursacht den „Kleekrebs".

Andere bemerkenswerte Formen ohne Sklerotien sind: Parasiten: *Dasyscypha Willkommii* (Abb. 136), Ursache des „Lärchenkrebses" auf *Larix*, *D. Warburgiana* auf *Cinchona* in den Tropen. — Saprophyten auf Holz: Arten der Gattungen *Lachnum*, *Helotium*, *Rutstroemia*, *Coryne*.

5. Familie. ***Mollisiaceae.*** Fruchtkörper wie bei voriger Familie, dem Substrate breit aufsitzend, oberflächlich oder hervortretend; Bau parenchymatisch.

Häufig saprophytisch auf Holz: *Tapesia lividofusca* und *fusca*, *Mollisia cinerea* und *benesuada*. — Parasitisch: *Pseudopeziza Trifolii* auf Blättern von Papilionaceen, in Kulturen oft schädlich, Erreger des „Klappenschorfes"; *P. tracheiphila* auf dem Weinstock (Erreger des „Roten Brenners"); *P. Ribis* (Konidienform: *Gloeosporium Ribis*) verursacht die Blattfallkrankheit der Johannisbeeren.

6. Familie. ***Cenangiaceae.*** Fruchtkörper anfangs eingesenkt, später hervortretend, leder- oder knorpelartig.

Parasitisch auf holzigen Teilen von Pflanzen, z. B. *Cenangium populneum* auf Weiden und Pappeln, *C. Abietis* auf Kiefern u. a., *Dermatea Cerasi* auf Kirschbäumen, *D. carpinea* auf *Carpinus*, *Tympanis conspersa* auf Nadelholzästen, *Bulgaria polymorpha* auf Eichen und Buchen u. a. m. — *Chlorosplenium aeruginosum* ist die Ursache der Grünfäule des Holzes.

Die Familien der (7.) ***Celidiaceae*** und (8.) ***Patellariaceae*** mit gleichfalls lederartigen Fruchtkörpern finden sich vorherrschend auf Hölzern und parasitisch auf Flechten. Sie besitzen meist kleine Fruchtkörper und sind systematisch bemerkenswert durch die nahen verwandtschaftlichen Beziehungen zu flechtenbildenden Pilzen.

Häufige Formen: *Celidium Stictarum* auf *Sticta*, *Conida clemens* auf den Apothecien von Steinflechten, *Abrothallus Parmeliarum* auf verschiedenen Flechten etc.

4. Unterordnung. **Helvellineae.** Hymenium von Anfang an frei, auf der Oberfläche relativ großer, häufig in einen sterilen Träger und einen fertilen Teil differenzierter, fleischiger Fruchtkörper.

1. Familie. ***Geoglossaceae.*** Fruchtkörper mit Stiel und keulen- oder kopfförmigem, fertilem Teil.

Spathularia clavata (Abb. 137, Fig. 4) mit seitlich zusammengedrücktem, gelbem, fertilem Teile; *Leotia gelatinosa* (Abb. 137, Fig. 5) mit rundlichem, faltigem, fertilem Teile;

beide verbreitet in Wäldern und auf schattigen Wiesen, sogenannte Hexenringe bildend; *Geoglossum*-Arten mit meist schwärzlichen Fruchtkörpern zwischen Gras und Moos.

2. Familie. ***Helvellaceae.*** Fruchtkörper mit Stiel und hutförmigem, fertilem Teile, zumeist den Boden bewohnend.

Helvella mit lappig umgeschlagenem, an der Oberfläche glattem Hute. *H. crispa* und *lacunosa* mit tief längsgrubigem Stiele und lichtem Hute. *H. infula* (Abb. 137, Fig. 3) mit glattem Stiele und kastanienbraunem Hute; alle drei Arten genießbar. — *Gyromitra* mit lappig umgeschlagenem, an der Oberfläche unregelmäßig faltigem Hute. Die großen, braunen oder gelblichen Fruchtkörper der Arten dieser Gattung, so z. B. von *G. esculenta* und *G. gigas* werden verzehrt und kommen insbesondere in den nördlichen Teilen von Mitteleuropa als „Lorcheln" oder „Stockmorcheln" im Frühjahr massenhaft auf die Märkte. Obwohl diese Pilze allgemein als Speisepilze Verwendung finden, sind doch schon schwere Vergiftungen durch dieselben vorgekommen; dieselben haben früher zur Annahme der Existenz einer den beiden ähnlichen, aber giftigen Art geführt. Die Giftwirkung ist auf den Gehalt des Fruchtkörpers an Helvellasäure zurückzuführen, welche durch heißes Wasser extrahiert werden kann, daher Abbrühen der Pilze und Weggießen des Brühwassers anzuempfehlen. Zum Teil sind Vergiftungen hier, wie auch sonst bei Pilzen, gewiß auf den Genuß faulender, d. h. durch Spaltpilze zersetzter Fruchtkörper zurückzuführen. — *Verpa.* Fruchtkörper mit glockenförmigem, auf der Oberfläche längsrunzeligem Hute. *V. bohemica*, genießbar. — *Morchella* Fruchtkörper mit kegelförmigem, auf der Oberfläche grubig gefeldertem Hute. Alle unter dem Namen „Morcheln" bekannten Arten der Gattung sind genießbar und kommen insbesondere im Frühjahr vor. Jedoch sind auch Vergiftungen durch Morcheln bekannt geworden, welche auf die schon erwähnten Umstände zurückzuführen sind. Verbreitetste Arten: *M. conica* und *M. esculenta* (Abb. 137, Fig. 1).

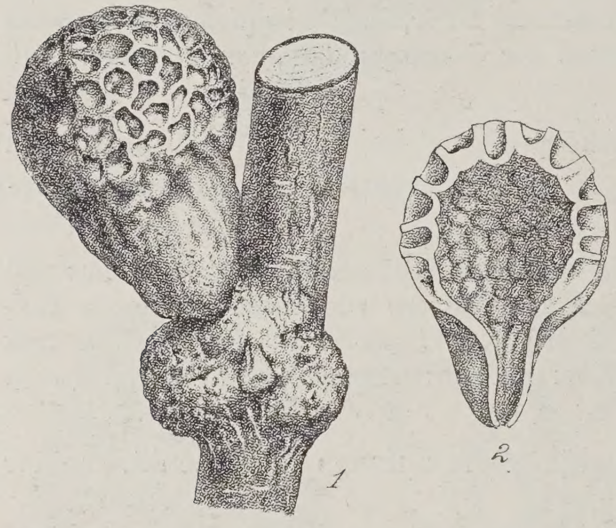


Abb. 138. *Cyttaria Gunnii.* — Fig. 1. Fruchtkörper; nat. Gr. — Fig. 2. Derselbe im Längsschnitte. — Original.

Hier dürfte sich die noch nicht genügend erforschte kleine Familie der (3.) ***Cyttariaceae*** anschließen, die allerdings auch Beziehungen zu den *Cenangiaceae* aufweist: *Cyttaria*-Arten, parasitisch auf Buchen in Südamerika und Tasmanien; Fruchtkörper genießbar (Abb. 138).

4. Familie. ***Rhizinaceae.*** Fruchtkörper stiellos, krusten- oder knollenförmig.

Rhizina inflata mit ausgedehnten, unterseits durch Rhizoide mit dem Boden verbundenen, braunen bis schwarzen Fruchtkörpern; auf Waldboden. Der Pilz soll eine Erkrankung der Wurzeln der Waldbäume hervorrufen.

4. Ordnung. ***Tuberales***[42]). Befruchtungsvorgang unbekannt. Frucht-

[42]) Vittadini C., Monogr. Tuberac., 1831. — Tulasne L. R., Fungi hypog., 1862. — Hesse O., Die Hypogäen Deutschlands, Halle 1890. — Fischer E., Üb. d. Parallel. d. Tub. u. Gasterom. Ber. d. d. bot. Ges., XIV., 1896; Bemerk. üb. *Gyrocratera* u. *Hydnotria.* Hedwigia, XXXIX., 1900; Zur Morph. d. Hypog. Bot. Ztg., 1908. — Buchholtz F., Beitr. z. Morph. u. Syst. d. Hypog., 1902; Zur Morphol. d. System. d. Fungi hypog. Ann. mycol., 1903.

körper knollenförmig, unterirdisch, im Innern mit Hohlräumen, Gängen oder Adern, deren Wandungen von Hymenien überzogen sind.

Zweifellos ist die Form der Fruchtkörper durch die hypogäische Lebensweise bedingt. Dies bewirkt eine gewisse Ähnlichkeit mit hypogäischen Formen anderer Pilzgruppen, so z. B. mit den *Elaphomycetaceae* und *Terfeziaceae*, die sich aber von den *Tuberales* durch das Fehlen eines regelmäßigen Hymeniums unterscheiden.

Die *Tuberaceae* lassen sich phylogenetisch mit den *Helvellineae*, die *Balsamiaceae* mit den *Pezizineae* in Beziehung bringen.

1. Familie. ***Tuberaceae.*** (Abb. 139.) Hohlräume oder Gänge der Fruchtkörper nach außen mündend.

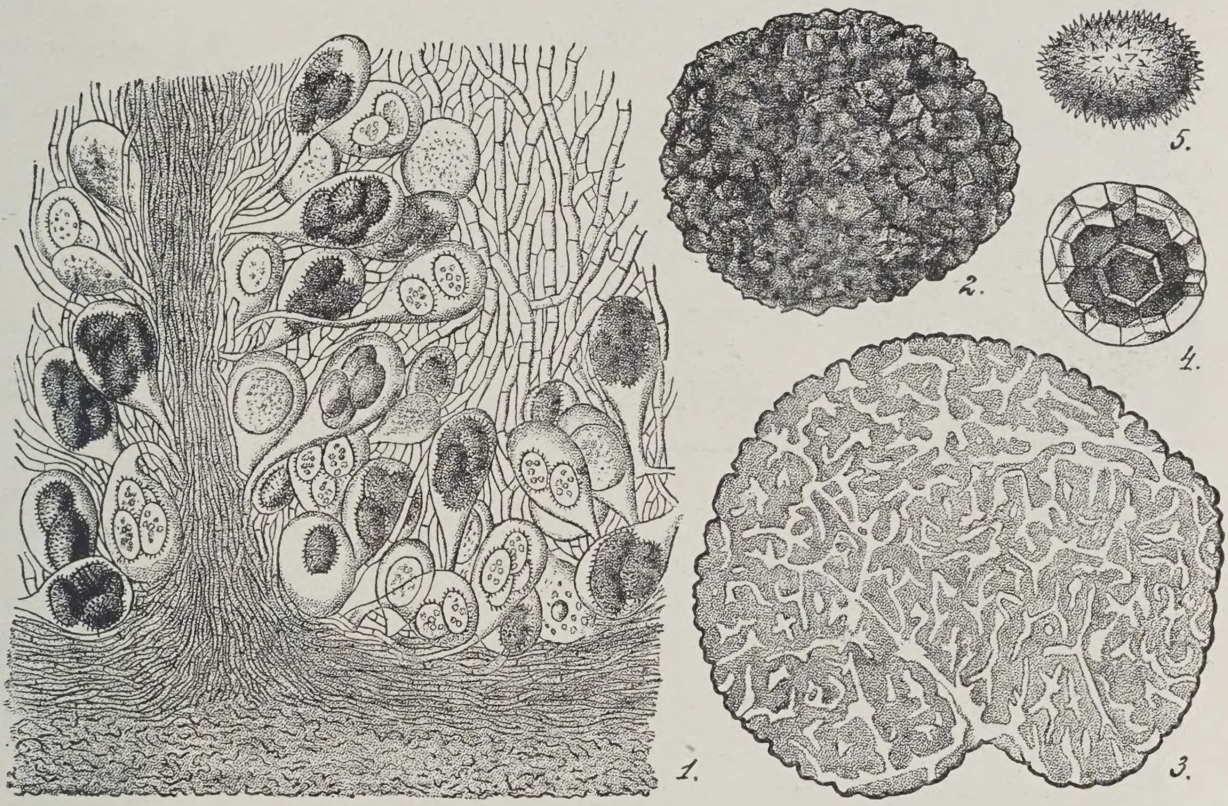


Abb. 139. *Tuberaceae.* — Fig. 1. *Tuber rufum*, Stück aus dem Innern des Fruchtkörpers; stark vergr. — Fig. 2. *T. aestivum*, ganzer Fruchtkörper; nat. Gr. — Fig. 3. *T. brumale*, Durchschnitt durch den Fruchtkörper; nat. Gr. — Fig. 4 Spore von *T. magnatum*, Fig. 5 von *T. brumale*; 450fach vergr. — Fig. 1, 3—5 nach Tulasne, 2 Original.

Arten der Gattung *Tuber* unter dem Namen „Trüffeln“ bekannte Speisepilze: *T. brumale* (insbesondere die Form *melanosporum*) in Italien, Frankreich, Süddeutschland, *T. aestivum* in Mitteleuropa verbreitet, *T. magnatum* in Italien, Frankreich. Die Verbreitung der Sporen erfolgt durch Tiere, welche die Fruchtkörper verzehren, daher auch Einsammeln der Trüffeln durch dazu abgerichtete Tiere. Die Mycelien vieler *Tuber*-Arten bilden Mykorrhizen.

2. Familie. ***Balsamiaceae.*** Hohlräume der Fruchtkörper ringsum geschlossen.

Balsamia.

5. Ordnung. ***Exoascales***[43]. (Abb. 140 u. 141.) Befruchtungsvorgänge nicht bekannt. Schläuche acht- bis vielsporig (durch Sprossung der Sporen in den Schläuchen), eine ausgedehnte, nicht scharf umgrenzte, auf der

---

[43]) Vgl. Giesenhagen K. in Bot. Zeitg., 1901 und die dort zitierte Literatur.

Oberfläche des Substrates hervortretende, hymeniumähnliche, paraphysenlose Schichte bildend.

Die Ordnung der *Exoascales* dürfte eine abgeleitete Gruppe von Ascomyceten sein, bei der der einfache Bau eine Rückbildungserscheinung ist.

Einzige Familie: **Exoascaceae.**

Zumeist parasitisch in Pflanzen und vielfach auffallende Mißbildung an denselben hervorrufend; so erzeugen z. B. „Hexenbesen", das sind abnorm starke Verzweigungen mit krankhafter Wachstumsrichtung der Äste: *Exoascus Cerasi* auf Süß- und Sauerkirschen (Abb. 141), *Taphrina betulina* auf der Birke, *T. Carpini* auf *Carpinus*, *T. epiphylla* auf Erlen.

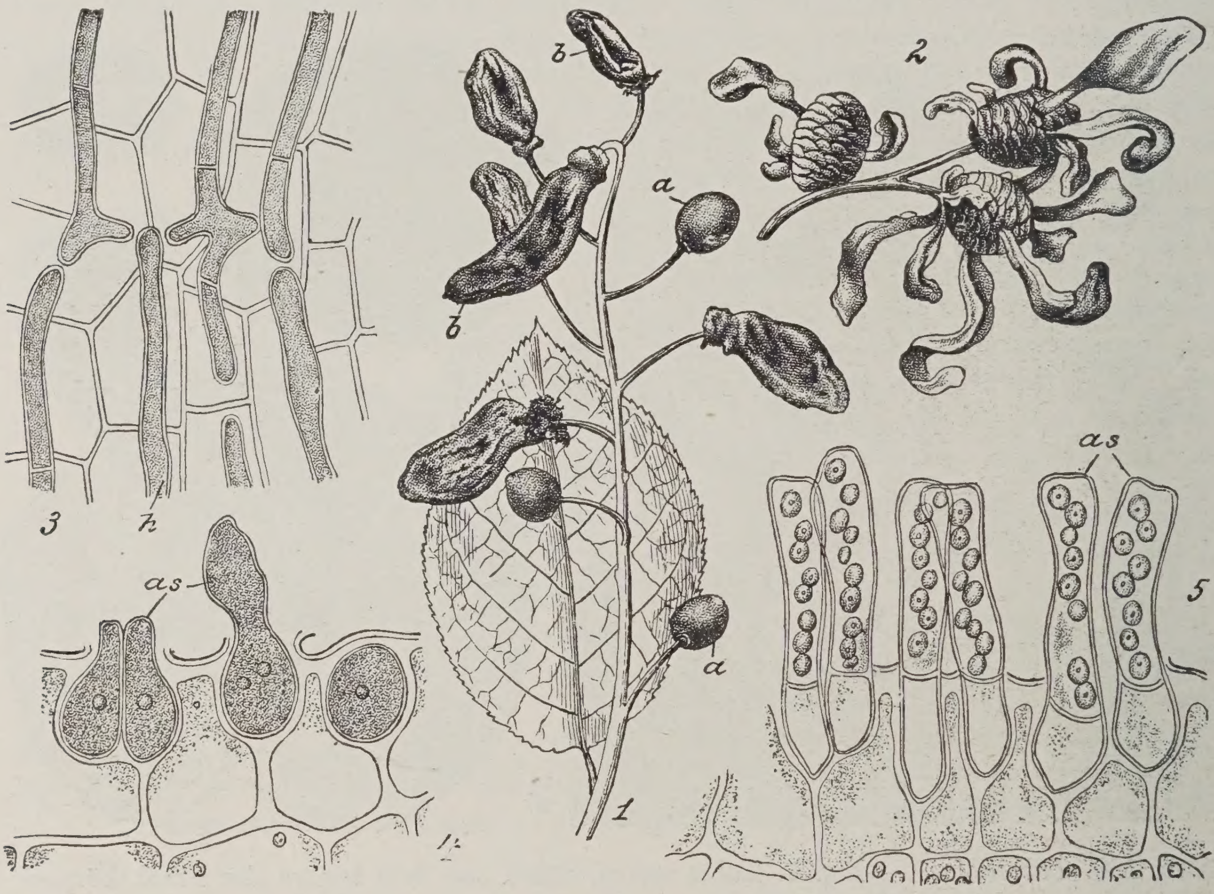


Abb. 140. *Exoascales.* — Fig. 1. *Exoascus Pruni* auf *Prunus Padus*. *a* normale, *b* deformierte Früchte; nat. Gr. — Fig. 2. *Taphrina Alni incanae*, die Deckschuppen der Infloreszenzen von *Alnus incana* deformierend; nat. Gr. — Fig. 3—5. *T. alnitorqua.* Fig. 3 Flächenansicht eines Erlenblattes mit zwischen Cuticula und Epidermis verlaufenden Hyphen *h*; Fig. 4 Anlage der Asci *as* an der Außenseite der Epidermiszellen; Fig. 5 reife Asci; 100fach vergr. — Fig. 3—5 nach Sadebeck, 1—2 Original.

— *Taphrina Alni incanae* deformiert die weiblichen Infloreszenzen von *Alnus* (Abb. 140). — *Exoascus Pruni* bewirkt Umwandlung der Früchte von *Prunus*-Arten, besonders von *Prunus domestica* in schotenähnliche, kernlose Bildungen („Taschen", „Narrenzwetschken") (Abb. 140). — *E. deformans* ruft die „Kräuselkrankheit" der Blätter des Pfirsichbaumes hervor. — Saprophytisch auf Kiefernrinde lebt *Ascocorticium*.

6. Ordnung. ***Pyrenomycetes.*** Befruchtungsvorgang, soweit bekannt, nach Typus III oder fehlend. Fruchtkörper (Perithecien) außerhalb des Substrates oder im Substrate, meist rundlich, aus einer sterilen Wand (Peridie) und einem die Schläuche enthaltenden zentralen Teile bestehend, dauernd geschlossen oder häufiger sich schließlich öffnend. Schläuche am Grunde der

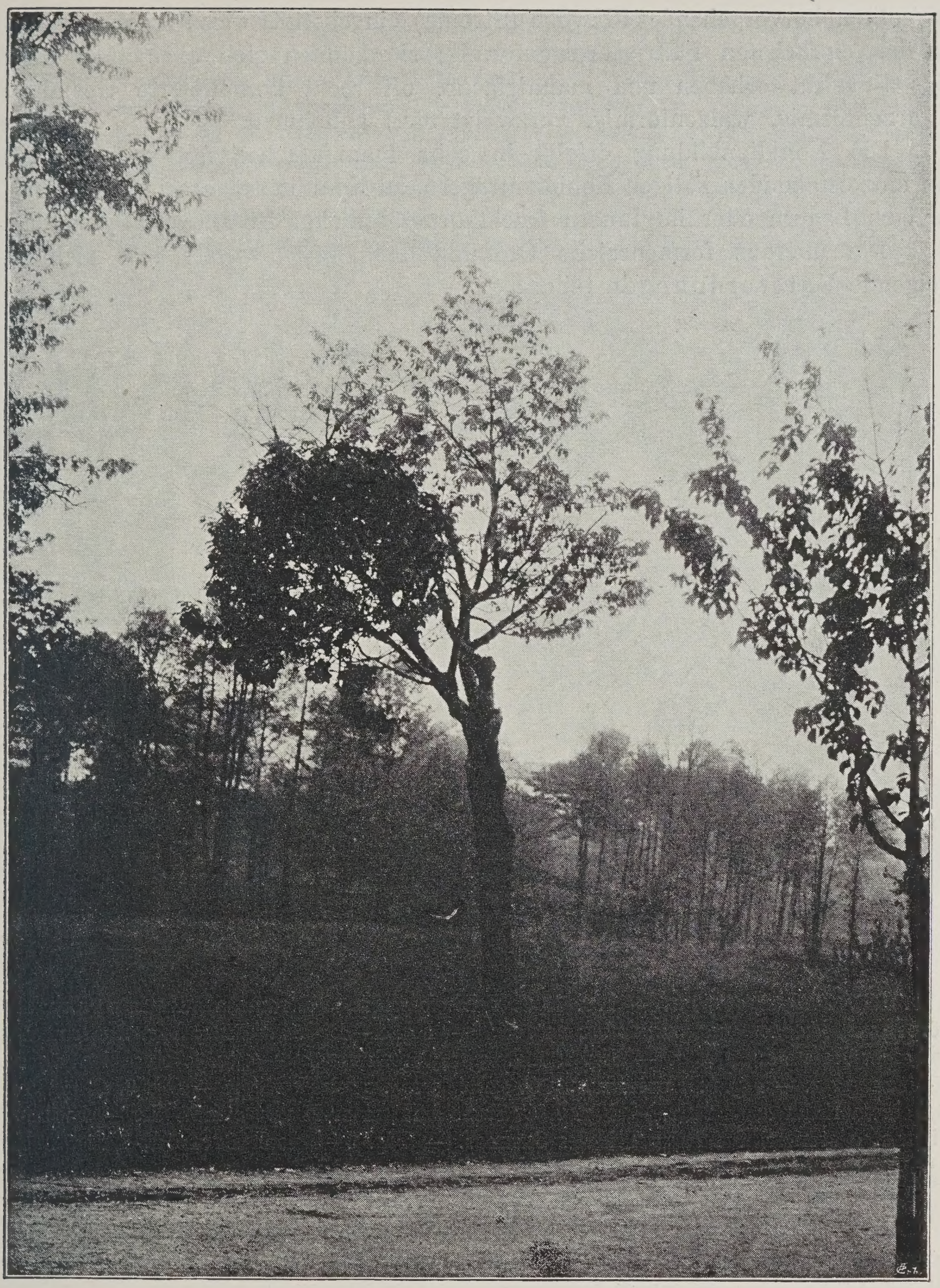


Abb. 141. „Hexenbesen", verursacht von *Exoascus Cerasi* an *Prunus avium*. Normale Äste mit gerade hervorbrechenden Blättern. Hexenbesen dicht belaubt. — Original.

zentralen Partie des Fruchtkörpers büschelig entspringend und nicht unregelmäßig angeordnet. Schläuche meist 8sporig. Konidienträger sehr mannigfaltig.

Die Fruchtkörper stehen entweder isoliert, oder sie sind in ein aus dem

Mycelium hervorgehendes Gewebe (Stroma) eingebettet; diese Stromata sind in den einfachsten Fällen krustenförmig; sie können sich aber auch über das Substrat erheben und mannigfache, oft recht komplizierte Gestalten (warzenförmig, walzenförmig, verzweigt etc.) annehmen.

Die Konidienbildung erfolgt in sehr mannigfacher Art und Weise: an einzelstehenden fädigen Konidienträgern, an Konidienträgern in hymeniumartigen Lagern oder im Innern fruchtkörperähnlicher Bildungen (Pykniden).

Die überaus formenreiche Ordnung der *Pyrenomycetes* läßt sich in folgende Unterordnungen teilen:

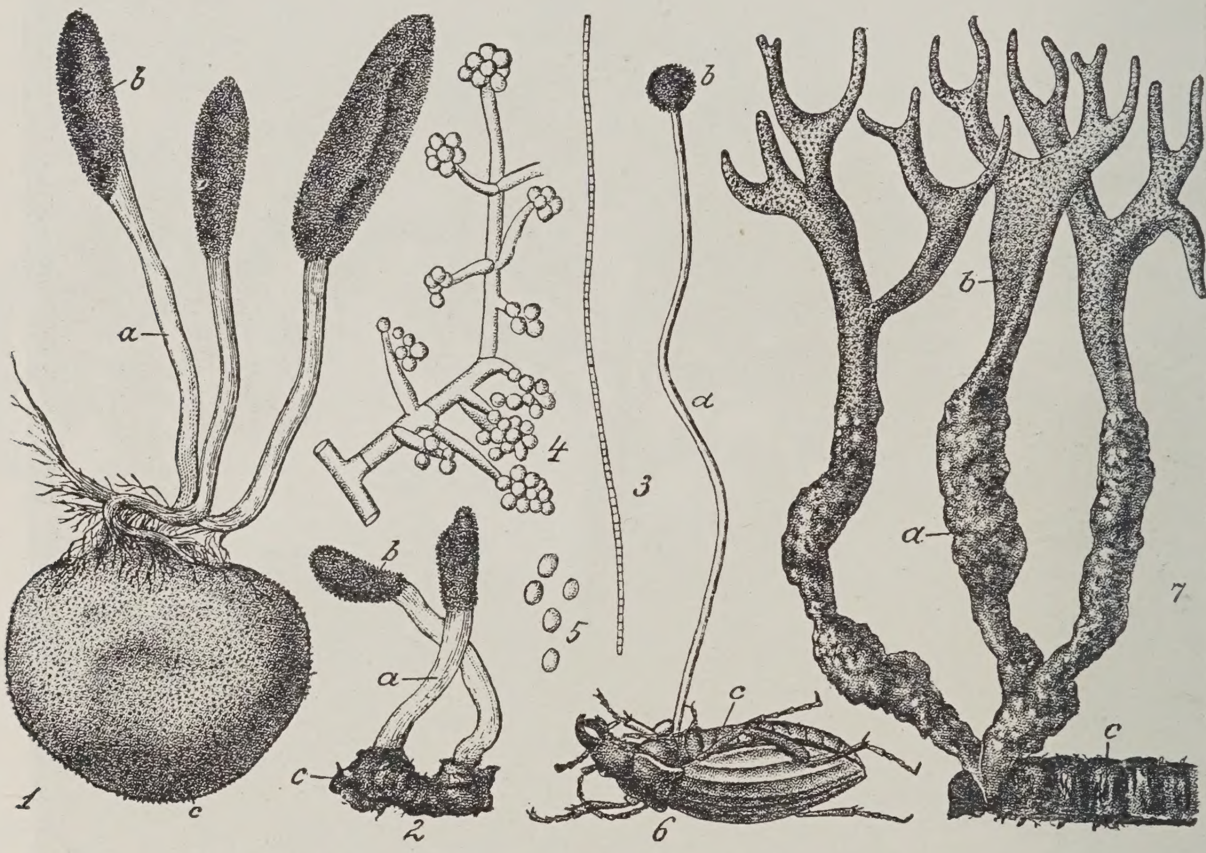


Abb. 142. *Cordyceps*-Arten. — Fig. 1. *C. ophioglossoides*, 3 Stromata auf einem Fruchtkörper von *Elaphomyces granulatus*; nat. Gr. — Fig. 2—4. *C. militaris;* Fig. 2 Stromata auf einer Raupe *c*; nat. Gr. — Fig. 3. Askospore; stark vergr. — Fig. 4. Konidienträger; 350fach vergr. — Fig. 5. Konidien von *C. ophioglossoides*; stark vergr. — Fig. 6. *C. cinerea* auf einem Käfer *c*; nat. Gr. — Fig. 7. *C. Taylori* auf einer Raupe *c*; nat. Gr. — In allen Figuren *a* steriler, *b* fertiler Teil des Stromas. — Fig. 3—5 nach Brefeld, 1 u. 6 nach Lindau, 7 nach A. Kerner, 2 Original.

1. **Hypocreineae.** (Abb. 142 u. 143.) Peridie abgerundet mit deutlich ausgebildeter Mündung, weich, lebhaft gefärbt oder farblos, niemals schwarz. Stromabildungen von ähnlicher Farbe und Beschaffenheit häufig.

Hypomyces mit lebhaft gefärbten Fruchtkörpern, die einem dichten krustenförmigen Stroma aufsitzen, häufig parasitisch auf verschiedenen Pilzen, besonders Hutpilzen. — *Nectria* ohne Stroma mit dem Substrate aufsitzenden Fruchtkörpern, seltener mit Stroma. Einige Arten gehören zu den häufigsten Parasiten der Laubbäume, so *N. cinnabarina*, deren Konidienform (ehedem „*Tubercularia vulgaris*“) in Form fleischroter Warzen auf den verschiedensten Holzpflanzen sich häufig findet; *N. galligena* auf Rotbuchen, Apfelbäumen und anderen Laubbäumen, verursacht krebsartige Wucherungen („Pilzkrebs“ oder

„echter Krebs“); *N. Solani* (Konidienform; *Fusarium Solani*) verursacht die Weißfäule der Kartoffeln; *N. graminicola* (Konidienform: *Fusarium nivale*), der „Schneeschimmel“, eine der Ursachen des „Auswinterns“ des Getreides. — *Polystigma* mit krustenförmigem, rotem oder gelbem, Laubblättern eingewachsenem Stroma. Parasitisch: *P. rubrum*, rostrote Flecke auf den Blättern von *Prunus*-Arten (Pflaumen, Schlehen u. a.) bildend, *P. ochraceum* auf jenen von *Prunus Padus*. — *Epichloë typhina* findet sich parasitisch auf Gräsern und bildet an den Halmen walzenförmige, orangegelbe Stromata.

Cordyceps parasitisch auf Insekten und deren Larven, sowie auf unterirdischen Pilzen. Der Pilz befällt den lebenden Körper des Wirtes, der allmählich getötet und zum Teil mumi-

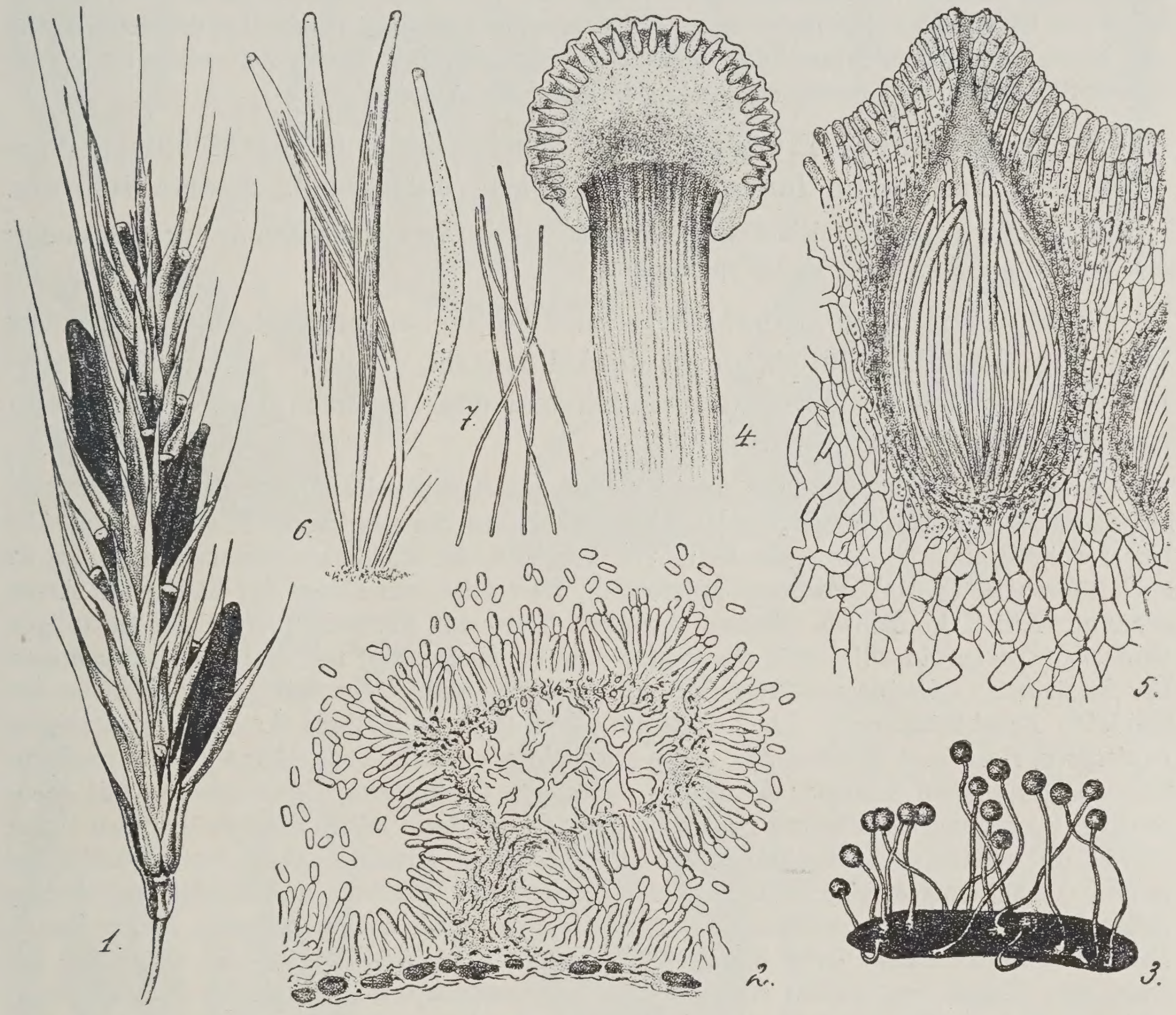


Abb. 143. *Claviceps purpurea*. — Fig. 1. Roggenähre mit Sklerotien; nat. Gr. — Fig. 2. Stück eines Konidienlagers; 300fach vergr. — Fig. 3. Sklerotium mit Stromen; nat. Gr. — Fig. 4. Endteil eines Stromas im Längsschnitt; 25fach vergr. — Fig. 5. Längsschnitt durch ein Perithecium; stärker vergr. — Fig. 6. Schläuche; 300fach vergr. — Fig. 7. Sporen; 320fach vergr. — Fig. 1 u. 3 Original, 2, 4—7 nach Tulasne.

fiziert wird. Die Tiere verkriechen sich vorher zumeist in den Boden. Aus dem Körper entwickeln sich einerseits keulenförmige Konidienträger (ehemalige Gattung *Isaria*), anderseits gestielte Stromata, in deren keulen- oder kopfförmigen oder verzweigten Enden die Fruchtkörper eingesenkt oder frei aufsitzend stehen. *C. militaris* und *C. cinerea* auf Insekten und deren Larven (Abb. 142, Fig. 2 und 6), *C. sinensis* auf Raupen in Ostasien, von den Chinesen medizinisch verwendet, *C. ophioglossoides* auf *Elaphomyces*-Fruchtkörpern (Abb. 142, Fig. 1), *C. Clavicipitis* auf *Claviceps*.

Claviceps, parasitisch in Gramineenfruchtknoten. Das Mycelium entwickelt zunächst Konidien (ehemalige Gattung *Sphacelia*) und zugleich damit eine zuckerhaltige Flüssigkeit

(„Honigtau" des Getreides), welche eine Verbreitung der Konidien durch Insekten herbeiführt. Später geht das Mycelium in einen Dauerzustand (Sklerotium) über, einen schwarzen, walzenförmigen Körper, der an Stelle der zerstörten Fruchtknoten tritt und im Herbst abfällt. Nach Überwinterung auf dem Boden treibt das Sklerotium im Frühjahr rötliche Stromata mit sterilen Stielen und kugeligen Köpfchen, in denen die Perithecien eingesenkt sind. Die Sporen sind fadenförmig. Am bekanntesten ist *Claviceps purpurea* (Abb. 143), die ganz allgemein auf Getreidepflanzen, namentlich Roggen vorkommt. Die Sklerotien sind unter dem Namen „Mutterkorn" bekannt; sie besitzen giftige Eigenschaften, die bei reichlicher Beimengung von Sklerotiumteilen unter das Mehl zur Geltung kommen können und eine als „Kribbelkrankheit" bekannte, jetzt relativ selten auftretende Krankheitsform hervorrufen. Bei Behandlung des Mehles mit Kalilauge macht sich die Beimengung von Mutterkorn durch Trimethylamingeruch bemerkbar. Seit langer Zeit schon findet das frische Sklerotium als „Secale cornutum" medizinische Verwendung.

2. **Dothideineae.** Fruchtkörper abgerundet, mit deutlicher Mündung, ohne eigentliche Peridie im Innern eines Stromas entstehend. Stroma schwarz.

Phyllachora mit zahlreichen, auf lebenden Blättern vorkommenden Arten; sehr häufig: *Ph. graminis* auf Gräsern und Cyperaceen.

3. **Sphaeriineae.** (Abb. 144.) Fruchtkörper abgerundet, mit deutlicher Mündung; Peridie deutlich, meist dunkel gefärbt, häutig, lederig bis kohlig, nie fleischig; frei dem Substrate aufsitzend oder mehr minder deutlich eingesenkt, mit oder ohne Stroma.

Artenreichste Unterordnung, parasitisch oder saprophytisch auf pflanzlichen Substraten, insbesondere in außerordentlicher Mannigfaltigkeit auf abgestorbenen Pflanzenteilen. Die Unterordnung umfaßt eine ganze Reihe von Familien, die allmählich von einfachsten bis zu hochdifferenzierten Stromaformen aufsteigen. Hier seien nur einige der häufigsten Arten genannt. Auf Exkrementen pflanzenfressender Tiere sind verbreitet Arten der Gattungen *Sordaria* (Sporen einzellig) und *Sporormia* (Sporen mehrzellig) mit einfachen stromalosen Fruchtkörpern; *Chaetomium*-Arten mit ebensolchen, aber dicht mit langen Haaren bekleideten Fruchtkörpern. — Auf abgestorbenem Holz und Rinde Arten der Gattungen *Leptospora*, *Rosellinia*, *Melanomma*, deren stromalose, einfache Fruchtkörper kurze papillenförmige Mündungen besitzen; Arten der Gattungen *Ceratostoma*, *Ceratosphaeria* mit ebensolchen, aber langgeschnäbelten Fruchtkörpern; *Cucurbitaria* mit in dichten Gruppen einem Stroma frei aufsitzenden Fruchtkörpern; *Lophiostoma* mit Fruchtkörpern, deren Mündungen seitlich zusammengedrückt sind. — Auf abgestorbenen Blättern und krautigen Stengeln Arten der Gattungen *Guignardia*, *Mycosphaerella*, *Didymella*, *Didymosphaeria*, *Metasphaeria*, *Leptosphaeria*, *Pleospora* (sehr häufig *P. herbarum*) (Abb. 144, Fig. 4—5). *Gnomonia* mit einfachen, stromalosen, in das Nährsubstrat eingesenkten und nur mit der Mündung vor-

Abb. 144. (Vgl. S. 213.) *Sphaeriineae.* — Fig. 1—3. *Gnomonia erythrostoma.* Fig. 1 Vertrocknetes Kirschbaumblatt mit Fruchtkörpern, nat. Gr.; Fig. 2 Längsschnitt durch ein Perithecium, 260fach vergr.; Fig. 3 Sporen, 350fach vergr. — Fig. 4—5. *Pleospora herbarum.* Fig. 4 Stengel mit Fruchtkörper in nat. Gr.; Fig. 5 vergr. — Fig. 6—7. *Hypoxylon coccineum.* Fig. 6 einige Stromata, nat. Gr.; Fig. 7 ein Ascosporenstroma *b* und ein Konidienstroma *a* im Längsschnitte, *c* Rand des Myceliums, 11fach vergr. — Fig. 8 Schlauch mit Sporen und Fig. 9 Konidienträger von *Hypoxylon fuscum*; 350fach vergr. — Fig. 10—13. *Xylaria Hypoxylon.* Fig. 10 Stroma mit Konidien *a* und Perithecien *b*, nat. Gr.; Fig. 11 Konidienträger, 350fach vergr.; Fig. 12 Schlauch; Fig. 13 Spore, 350fach vergr. — Fig. 14. *Xylaria polymorpha*, *a* ganze Stromata, *b* ein einzelnes im Längsschnitte; nat. Gr. — Fig. 15—17. *Valsa nivea.* Fig. 15 vom Pilze befallenes Rindenstück bei 20facher Vergr., *b* Stroma mit Perithecien, *a* mit Konidien; Fig. 16 Durchschnitt durch ein Stroma, *a* Konidien, *b* Perithecien, 20fach vergr.; Fig. 17. Schläuche mit Paraphysen, 380fach vergr. — Fig. 1—3 nach Frank, 4 u. 5, 8, 9, 11—14 nach Lindau, 6, 7, 10, 15—17 nach Tulasne.

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
n
p
a
b
c

ragenden Perithecien. — Eine Reihe meist holzbewohnender Familien ist durch feste, meist dunkelgefärbte Stromata, in die die Perithecien eingesenkt sind, gekennzeichnet; dabei ist das Stroma entweder mit dem Substrate so innig verbunden, daß eine Abgrenzung schwer möglich ist, wie bei den Gattungen *Valsa*, *Cryptospora* u. dgl. oder das Stroma hat größere Selbständigkeit und hebt sich vom Substrate deutlich ab. Derartige Gattungen mit warzenförmigem oder scheibenförmigem Stroma sind z. B. *Diatrype*, *Diatrypella*, *Nummularia*, *Ustulina*, *Hypoxylon* (Abb. 144, Fig. 8—9), während bei *Xylaria* (häufige Arten: *X. polymorpha*, *X. Hypoxylon*) das Stroma sich stielartig über das Substrat erhebt und in einem verdickten oder verzweigten Endteile die Perithecien trägt vgl. Abb. 144). *X. nigripes* u. a. auf Waben von Termitenbauten[44]) im trop. Asien (Abb. 145).

Von parasitischen Formen sind einige auf Flechten lebende Gattungen, wie *Phacidia* und *Tichothecium* erwähnenswert, dann *Gnomonia erythrostoma*, welche auf den Blättern der Kirschbäume auftritt und bei massenhaftem Vorkommen schädigend wirken kann (vgl. Abb. 144, Fig. 1—3), ferner *Venturia pirina* und *V. inaequalis* (Konidienform: *Fusicladium*), Ursache der Schorfkrankheit auf Birne u. Apfel, *Guignardia Bidwellii*, die

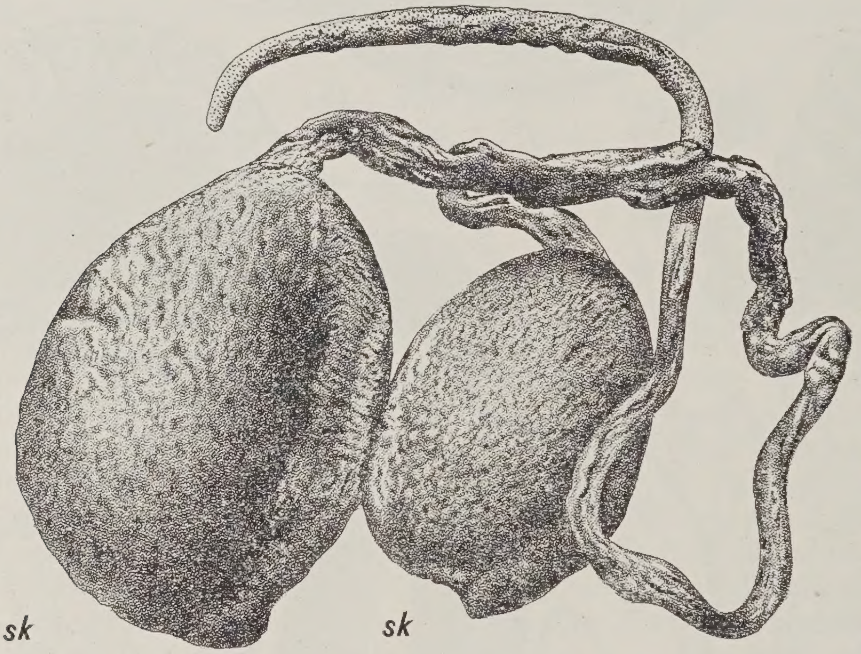


Abb. 145. *Xylaria nigripes*, ein in Termitenbauten zur Entwicklung kommender Pilz mit zwei Sklerotien *sk*. — Nat. Gr. — Nach Höhnel.

Ursache der „Schwarzfäule“ oder „Black-rot“-Krankheit, *Charrinia Diplodiella*, Ursache der „Weißfäule“ („White-rot“) der Trauben, endlich verursachen *Mycosphaerella Fragariae* die Fleckenkrankheit der Erdbeerblätter, *M. sphaerospermum* (Konidienf.: *Phoma Betae*), die Herzfäule der Zuckerrübe, *Leptosphaeria Napi* (Konidienf.: *Alternaria Brassicae*) die Schwärze der Kohlgewächse u. a. m.

7. Ordnung. **Laboulbeniales**[45]). (Abb. 146.) Eine sehr merkwürdige, bezüglich der systematischen Stellung noch nicht klare Gruppe von Ascomy-

[44]) Über die in Termitenbauten überhaupt vorkommenden Pilze vgl.: Doflein F., Die Pilzkulturen der Termiten. Verh. d. d. zool. Ges., 1905. — Petch T., The fungi in cert. Termite nests. Ann. Roy. Bot. Gard., III., 1906. — Höhnel Fr. v. in Sitzungsber. d. Akad, Wien, CXVII. Bd., 1908.

[45]) Vgl. Peyritsch J., Üb. Vork. u. Biol. d. Laboulb. Sitzber. d. Wiener Akad., 1875. — Thaxter R., Contrib. tow. a monograph of the *Laboulb.* (Mem. of Americ. Acad. of Arts and Sc. Boston, 1896); Contrib. tow. a monogr., l. c., XIII., 1908; New Laboulb.,

ceten. Durchwegs parasitisch auf Insekten, besonders Käfern, welche an feuchten Standorten leben. Vegetative Mycelien sehr reduziert; der Fortpflanzung dienende Teile kleine fadenförmige oder fächerförmige, sehr regelmäßig gebaute Bildungen darstellend. Befruchtungsvorgang nach Typus III. Askogonien mit Trichogynen, welche vom Askogon durch eine Zelle (die trichophore Zelle) getrennt sind. Antheridien, welche Spermatien im Innern ausbilden *(Endogenae)* oder solche abschnüren *(Exogenae)*. Manchmal ver-

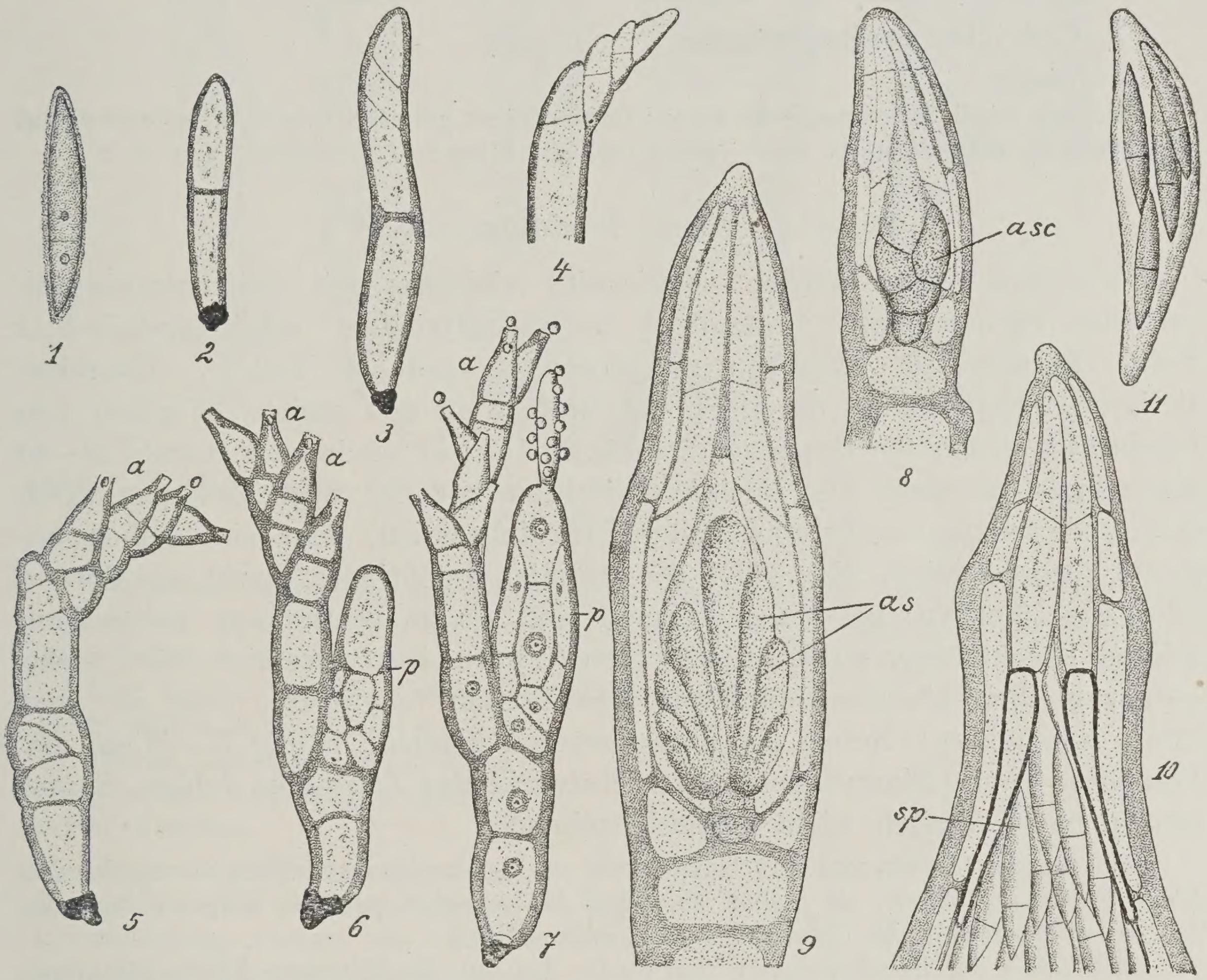


Abb. 146. *Laboulbeniales.* — Fig. 1—11. *Stigmatomyces Baeri.* Fig. 1 Spore; Fig. 2 Keimung; Fig 3 u. 4 junge Individuen mit Antheridienanlagen; Fig. 5 Individuum mit 4 Antheridien; Fig. 6 dasselbe mit Anlage des Peritheciums *p*; Fig. 7 Befruchtungsvorgang; Fig. 8 u. 9 Entwicklung der Schläuche *as*; Fig. 10 oberer Teil eines reifen Peritheciums mit Sporen; Fig. 11 Schlauch. — Stark vergr.; nach Thaxter.

einigen sich mehrere Antheridien zu einem zusammengesetzten Antheridium. Nach der Befruchtung erfährt die Askogonzelle einige Teilungen, die schließlich zur Bildung eines Ascusbüschels führen.

---

chiefly dipteroph. American spec. Proc. Americ. Acad. of Arts and Sc., LII., 1917; New Laboulb. from Chile and N. Zeal., l. c., LIV., 1918; Extra-Amer. dipterophil. Laboulb., l. c., LIII., 1918. — Faull J. H., A. prelim. note on asc. and sporeform. in the *L.* Science, XXIII., 1906; The cytol. of *Lab. chaetophora* etc. Ann. of Bot., XXVI., 1912. — Cépède C., Etude d. Lab. eur. Arch. Parasitol., XVI., 1914. — Maire R., Deux. contrib. à l'étude des Lab. de l'Afrique d. nord. Bull. soc. hist. nat. Afr. Nord, VII., 1916.

Einteilung nach Thaxter:

1. Gruppe: **Endogenae.** Spermatien entstehen endogen.

1. Familie: ***Peyritschiellaceae.*** Antheridien zusammengesetzt. *Dimorphomyces, Haplomyces, Peyritschiella, Chitonomyces* u. a.

2. Familie: ***Laboulbeniaceae.*** Antheridien einfach. *Stigmatomyces, Laboulbenia* u. a.

2. Gruppe: **Exogenae.** Spermatien entstehen exogen.

3. Familie: ***Zodiomycetaceae.*** *Zodiomyces.*

Relativ häufigere europäische Arten: *Chitonomyces paradoxus* und *Ch. melanurus* auf Wasserkäfern, *Stigmatomyces Baeri* (Abb. 146) auf Fliegen, *Laboulbenia*-Arten u. a.

3. Unterklasse. **Basidiomycetes**[46]).

Mycelium stets kräftig entwickelt; vielzellig mit Spitzenwachstum. Sexuelle Fortpflanzung vorhanden, doch vielfach in sehr vereinfachter Form (Kernübertritt zwischen morphologisch gleichen Zellen). Charakteristische Fortpflanzung durch Sporen, welche in den meisten Formen von regelmäßig gestalteten Hyphenenden (Basidien) in bestimmter Anzahl (2—8) abgeschnürt werden. Die Basidien erfahren vor der Sporenbildung durch Quer- oder Längswände eine Teilung (Protobasidien) oder sie bleiben ungeteilt (Autobasidien, Abb. 147). Die Basidien entspringen direkt aus Sporen oder aus Mycelien; bei vielen Formen sind sie an bestimmten Teilen vielzelliger Fruchtkörper zu Fruchtschichten (Hymenien) vereinigt. Die Fruchtkörper bleiben bis zur Sporenreife geschlossen (angiokarp) oder sie sind offen (gymnokarp). Neben den Basidiosporen kommen häufig Konidien, insbesondere aber Chlamydosporen zur Entwicklung; Zoosporen fehlen. Saprophyten und Parasiten, nicht wasserbewohnend.

Die Basidiomyceten sind wohl nicht direkt von den in der Darstellung vorangehenden Ascomyceten abzuleiten; sie stellen eine den Ascomyceten parallele Entwicklungsreihe dar, die wohl auf ähnliche Urformen zurückzuführen ist.

Die Zellen der Basidiomyceten sind nur in den auf die Keimung der Basidiosporen folgenden Stadien einkernig, dann werden sie zweikernig und bleiben zweikernig bis zur Bildung der Basidie.

---

[46]) Vgl. außer der S. 173 zitierten allg. Literatur: Tieghem Ph. v., Sur la classific. d. Basid. Journ. de Bot., 1893. — Vuillemin P., Rem. s. l. aff. d. Basid. Journ. de Bot., 1893. — Dangeard P., La reprod. sex. d. champ. Le Bot., 1900. — Maire R., De l'util. d. donn. cytol. d. l. tax. des Bas. Bull. soc. bot. d. Fr., 1901; Rech. cytol. et taxon. s. l. Bas. Bull. d. l. Soc. myc. d. Fr., 1902. — Ruhland W., Zur Kenntn. d. intracell. Karyog. d. Basid. Bot. Zeitg., 1901. — Falck R., Die Sporenverbr. b. d. Basid. u. d. biol. W. d. Basidie. Beitr. z. Biol. d. Pfl., IX., 1904. — Lotsy J. P., Vortr. üb. bot. Stammesg. I., 1907 u. d. dort zit. Lit. — Dufour L., Note s. l. classif. d. Basid. Rev. gen. d. Bot., XX., 1908. — Fries R. E., Zur Kenntn. d. Cytol. v. *Hygroph.* Sv. bot. Tidskr., Bd. 5., 1911. — Kniep H., Beitr. zur Kenntn. d. Hymenomyc. I—V. Zeitsch. f. Bot., V., 1913, VII., 1915, VIII., 1916, IX., 1917. — Juel H. O., Cytologische Pilzstudien. Nov. act. reg. soc. scient. Upsal., Ser. IV, Vol. 4, Nr. 6, 1916. — Bensaude M., Rech. s. l. cycle evol. d. Bas., Paris, 1918, — Hirmer H., Zur Kenntn. d. Vielkernigkeit der Autobas. Zeitschr. f. Bot., XII., 1920. — Lendner A., A. prop. d. l'hétéroth. d. Copr. Bull. soc. bot. Genève, 1920.

In der Basidie erfolgt vor Bildung der Sporen Verschmelzung der beiden Kerne; (Abb. 147, Fig. 4); bei der Bildung der Sporen tritt die Reduktionsteilung (Fig. 5) ein.

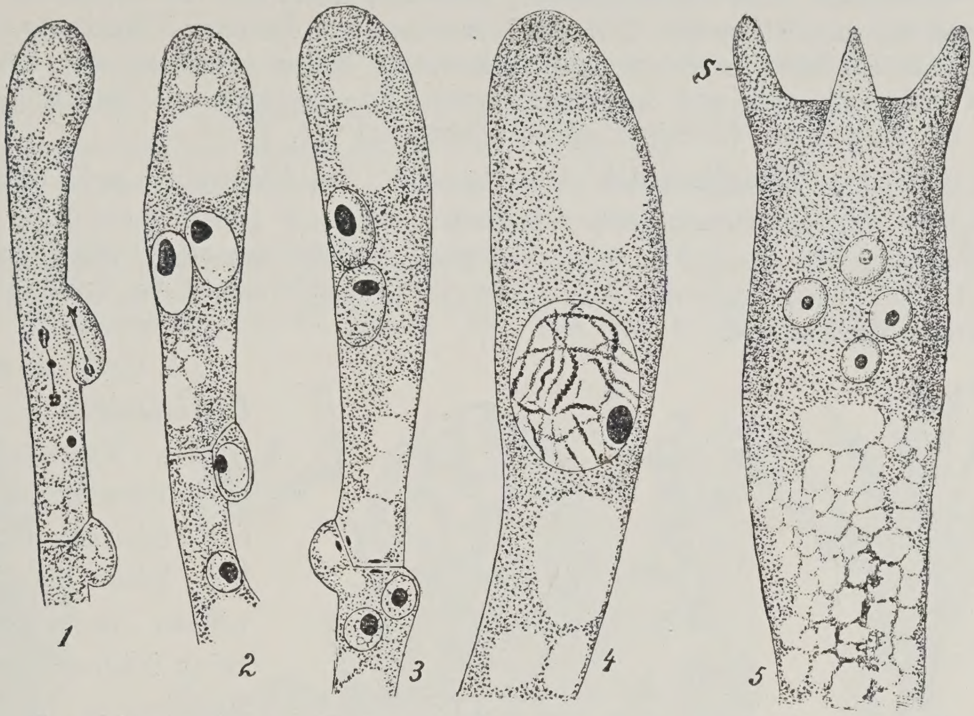


Abb. 147. Entwicklung der Basidie von *Armillaria mucida*; *s* Sterigmen. — Stark vergr. — Nach Kniep.

Wie bei Besprechung der Ascomocyten erwähnt wurde, erfolgt auch bei der Entstehung des Ascus Verschmelzung zweier Kerne, der sofort Reduktionsteilung folgt. Es kann daher (auch aus anderen Gründen) die Basidie als homolog dem Ascus betrachtet werden und der Unterschied zwischen Ascomyceten und Basidiomyceten liegt hauptsächlich darin, daß bei ersteren die Sporen endogen, bei letzteren exogen aus homologen Mutterzellen entstehen.

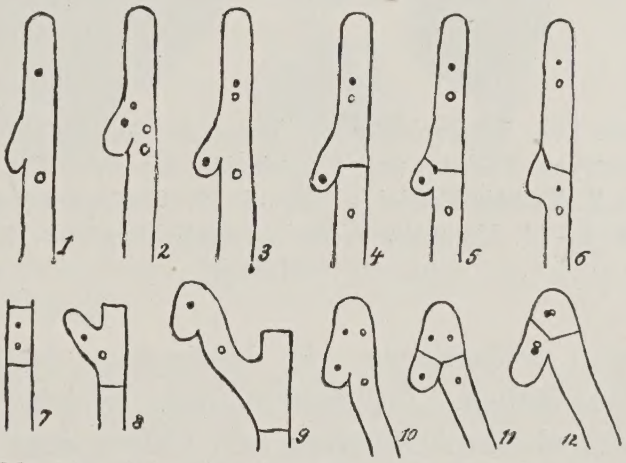


Abb. 148. Schematischer Vergleich der Schnallenbildung im Mycelium eines Basidiomyceten (Fig. 1 bis 6) mit der Hakenbildung an den askogenen Hyphen eines Ascomyceten (Fig. 7—12). — Nach Paravicini.

Dem Zweikernigwerden der Mycelzellen geht ein klarer Kopulationsvorgang voraus; die Zweikernigkeit bleibt erhalten durch einen Vorgang, der als „Schnallenbildung" bezeichnet wird (Abb. 148, Fig. 7 bis 12) und außerordentliche Ähnlichkeit mit der „Hakenbildung" der askogenen Hyphen der Ascomyceten (Abb. 148, Fig. 1—6) hat[47]).

Die regelmäßige Aufeinanderfolge von Geweben mit zweikernigen und einkernigen Zellen bei den Basidiomyceten kann als Ausdruck eines antithetischen Generationswechsels aufgefaßt werden. Es entsprechen die Gewebe der Basidiomyceten mit zweikernigen Zellen den Stadien der Ascomyceten, in denen die Zellen auch zweikernig sind (den askogenen Hyphen), also dem

[47]) Über Fälle mit mehrkernigen Zellen vgl. Hirmer a. a. O. — Für die Sexualität vieler Basidiomyceten spricht der Umstand, daß sie heterothallisch sind.

Sporophyten. Während diese Generation bei den Ascomyceten geringe Entwicklung hat und die Hauptmasse des Pilzes (Mycelium und der größte Teil des Fruchtkörpers) der anderen Generation, dem Gametophyten, angehört, kehrt sich das Verhältnis bei den Basidiomyceten um, der größte Teil des Myceliums und der ganze Fruchtkörper ist bis zum Momente der Basidienbildung aus zweikernigen Zellen aufgebaut, der Gametophyt ist stark reduziert. Ab und zu vorkommende Fruchtkörper mit einkernigen Zellen kommen bei Ausfall des Geschlechtsaktes (Apogamie) vor.

1. Gruppe. **Hemibasidii.** Die Basidie (das Promycel) geht direkt aus einer Spore hervor. Fruchtkörper fehlen.

Die Stellung der Gruppe ist unklar; es kann sich um eine relativ ursprüngliche oder um eine im Zusammenhange mit dem Parasitismus stark vereinfachte Gruppe handeln. Vieles spricht für letzteres.

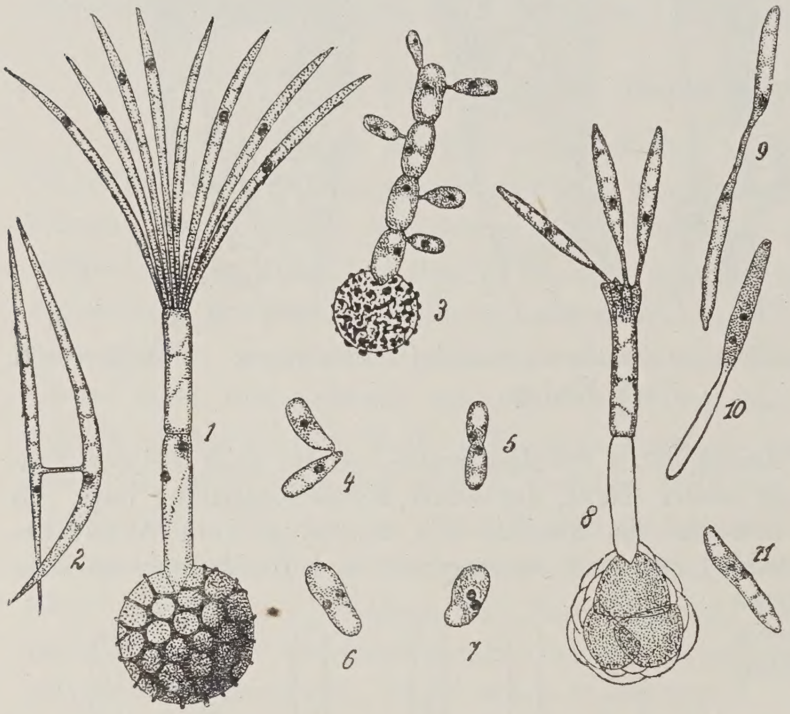


Abb. 149. *Ustilaginales.* — Keimung der Chlamydosporen, Promycel-Bildung und Kopulation der Sporidien. — Fig. 1 bis 2. *Tilletia Tritici.* — Fig. 3—7. *Ustilago marginalis.* — Fig. 8—11. *Urocystis Violae.* — Stark vergr. — Nach Paravicini.

1. Ordnung. ***Ustilaginales,*** Brandpilze. Es sind durchwegs Parasiten auf höheren Pflanzen; ihre Mycelien leben in den Geweben derselben, und zwar interzellulär, aber Haustorien in das Innere der Zellen treibend. Die Infektion der Wirtpflanze erfolgt oft sehr früh, in manchen Fällen schon zur Zeit der Samenbildung; das Mycelium wächst dann mit dem Wirte heran, um erst später in seiner Wirkung sichtbar zu werden[48]). In anderen Fällen erfolgt die Infektion erst bei der Keimung oder auf der erwachsenen Nährpflanze. An bestimmten Stellen der Wirtpflanze (Fruchtknoten, Stengelteilen, Antheren u. dgl.), welche zumeist deformiert werden, erfolgt massenhafte Ausbildung von Chlamydosporen, welche das zerstörte Gewebe als eine schwärzliche, rußartige Masse erfüllen („Brand"). Die Chlamydosporen erzeugen bei der Keimung eine kleine saprophytisch lebende Pflanze, bestehend aus einem kurzen Mycelfaden (Promycel), der Sporen (Sporidien) abschnürt. Diese Sporidien bilden ein neues parasitäres Mycel oder bilden (bei Keimung in Flüssigkeiten durch hefeartige Sprossungen) Konidien.

[48]) Über Infektion etc. vgl.: Vuillemin P., S. l. eff. d. paras. de *l'Ustil. anth.* Compt. rend. de l'acad., Paris 1891. — Brefeld O. u. Falck R., Die Blüteninf. b. d. Brandpilz. in Brefeld, Unters. a. d. Ges.-Geb. d. Myk., XIII., 1905. — Hecke L., Zur Theorie d. Blüteninf. des Getr. Ber. d. d. bot. Ges., XXIII., 1905.

Die Sporidien, sowie die Zellen der aus ihnen hervorgehenden Mycelien sind einkernig, die Zellen der später gebildeten Mycelien, speziell die parasitischen sind zweikernig. Der Übergang von der Ein- zur Zweikernigkeit erfolgt durch Kopulation der Sporidien (Abb. 149, Fig. 1—12) oder von Zellen der einkernigen Mycelien. Die Vereinigung der beiden Kerne erfolgt in der Chlamydospore, die Reduktionsteilung vor der Sporidienbildung[49]).

1. Familie. ***Ustilaginaceae.*** Promycel mehrzellig, aus allen Zellen Sporidien meist seitlich abschnürend (Abb. 149, Fig. 3.

Zahlreiche Arten erwähnenswert als Parasiten auf Kulturpflanzen, die ihre Chlamydosporen in bestimmten Teilen derselben bilden, so: *Ustilago Avenae* (Abb. 150, Fig. 4) und *U. laevis* in den Infloreszenzen des Hafers, *U. nuda* und *U. Hordei* (= *U. Jensenii*) in jenen der Gerste, *U. Tritici* (Flug- oder Staubbrand des Weizens) (Abb. 150, Fig. 1) auf Weizen, *U. Secalis* auf Roggen. *U. Maydis* (Abb. 150, Fig. 3) „Beulenbrand“ erzeugt auf

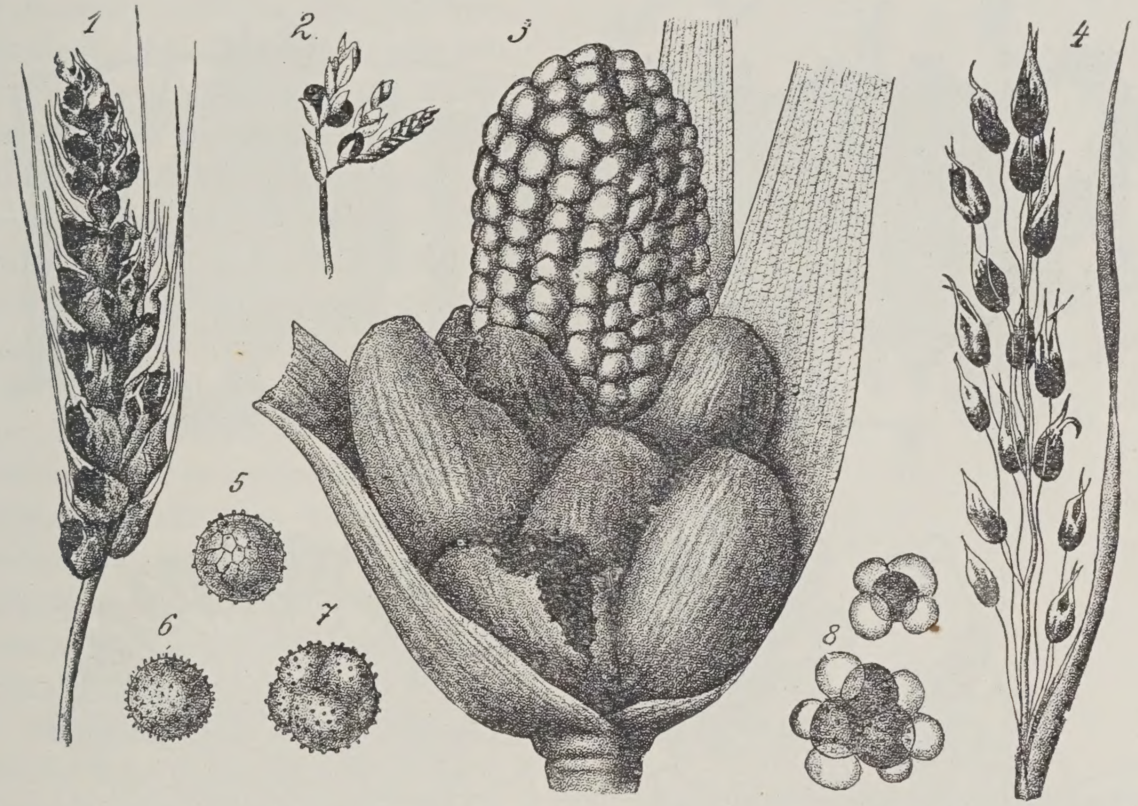


Abb. 150. *Ustilaginales.* — Fig. 1. *Ustilago Tritici*; nat. Gr. — Fig. 2. *Cintractia Caricis*; nat. Gr. — Fig. 3. *Ustilago Maydis*; nat. Gr. — Fig. 4. *Ustilago Avenae*; nat. Gr. — Fig. 5 u. 6. Sporen von *Ustilago*-Arten. Fig. 7 von *Sorosporium*, Fig. 8 von *Urocystis*; stark vergr. — Original.

der Maispflanze, besonders in den weiblichen Infloreszenzen große Brandbeulen, welche in manchen Gegenden unreif verzehrt werden. *U. Sorghi* und *U. Reiliana* in den Infloreszenzen von *Sorghum*, *U. Panici miliacei* in jenen der Hirse. Stark brandiges Getreide kann beim Verfüttern an Tiere Krankheiten hervorrufen. Bekämpfung der Pilze durch Beizen des Saatgutes mit Kupfervitriollösung, Formaldehyd oder dem Quecksilberpräparat „Uspulun“ oder durch Behandlung desselben mit auf 55° C erwärmtem Wasser. Viele Arten der Gattung *Ustilago* (Sporen einzeln) und *Sorosporium* (Sporen zu Ballen vereinigt) auf den verschiedensten Nährpflanzen. Manche rufen gallenartige Hypertrophien hervor; *U. violacea* bringt die sonst rückgebildeten Staubblätter der ♀ Blüten von *Melandryum album* zur Entwicklung, um sie dann zu zerstören.

---

[49]) Rawitscher F., Beitr. z. Kenntn. d. Ustil. Zeitschr. f. Bot., 4. Bd., 1912; Zur Sexualität der Brandpilze. Ber. d. deutsch. bot. Ges., XXXII., 1914. — Paravicini E., Unters. d. Zellk. d. Brandpilze. Ann. myc., XV., 1917 u. die dort zitierte Literatur.

2. Familie. ***Tilletiaceae.*** Promycel einzellig, nur am Scheitel Sporidien abschnürend (Abb. 149, Fig. 1 und 2).

Parasiten auf Kulturpflanzen: *Tilletia* (Sporen einzeln); *T. Tritici* und *T. laevis*, der Stein- oder Stinkbrand des Weizens, in den Fruchtknoten desselben, die erstere vorherrschend in Europa, letztere in Nordamerika; *T. Secalis* in den Roggenkörnern; *Urocystis* (Sporen in Ballen, Abb. 150, Fig. 8) *occulta* in den Blattscheiden und Infloreszenzen des Roggens, *U. cepulae* in den Zwiebeln und Blättern von *Allium*-Arten, *U. Violae* in Blättern von Veilchenarten u. a.

2. Ordnung. ***Uredinales***[50]), Rostpilze. (Abb. 151—155.) Durchwegs Parasiten auf höheren Pflanzen. Mycelium reich entwickelt, im Innern der

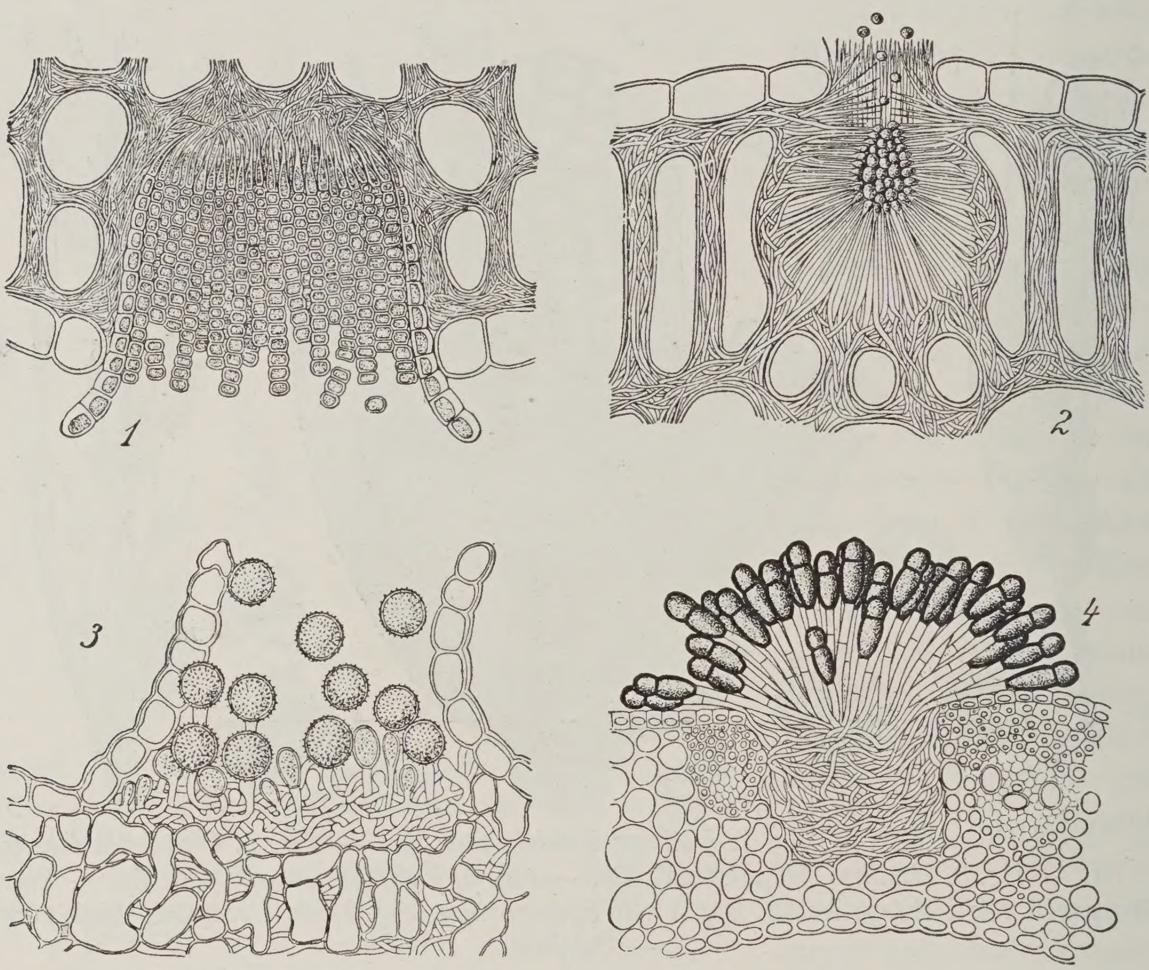


Abb. 151. Schematische Darstellung der 3 aus den parasitischen Mycelien einer *Puccinia* hervorgehenden Sporenformen und der Spermatienbildung. — Fig. 1. Äcidium mit Äcidiosporen. — Fig. 2. Spermogonium mit Spermatien. — Fig. 3. Uredosporen. — Fig. 4. Teleutosporen. — Original.

[50]) Vgl. Klebahn H., Die wirtswechselnden Rostpilze, 1904, mit vollständ. Literaturverzeichnis bis 1904. — Holden R. J. and Harper R. A., Nucl. divis. and nucl. fus. in *Coleosp.* Transact. Wiscons. Acad., XIV., 1903. — Sydow P. et H., Monogr. Uredin., Vol. I., 1904; Vol. II., 1910; Vol. III., 1915. — Blackman V. H., On the fert., altern. of gen. etc. of the Ured. Ann. of Bot., XVIII., 1904; Blackman and Fraser H. C., Furth. stud. on the sex. of the Ured. l. c., XX., 1906. — Tischler G., Kurz. Ber. üb. d. v. Eriksson u. mir ausg. Unters. üb. d. veget. Leb. d. Gelbrostes. Biol. Zentralbl., 1904. — Dietel P., Monogr. d. Gattg. *Ravenelia.* Beih. bot. Zentralbl., XX., 1906. — Alpine D. Mc., The Rusts of Austral. Melbourne 1906. — Fischer E., Entw. Unters. üb. Rostpilze. Beitr. z. Krypt.-Flora

Nährpflanze, und zwar interzellulär, nicht selten mit Haustorien. Fortpflanzung durch Chlamydosporen und Sporidien (= Basidiosporen). Die Chlamydosporen entstehen in eigenen, gewöhnlich aus der oder durch die Epidermis der Wirtpflanze hervorbrechenden Lagern und kommen in mehreren, insbesondere durch ihr biologisches Verhalten verschiedenen Formen vor, die man als Äcidiosporen, Uredosporen und Teleutosporen bezeichnet (vgl. Abb. 151). Die Äcidiosporen sind stets einzellig, meist orangerot und werden in eigenen, becher- oder flaschenförmigen, oft von einer sterilen Wand („Pseudoperidie") umgebenen Lagern (Äcidium) in Reihen gebildet. Die Uredosporen sind einzellig, rostgelb oder braun, werden zumeist nicht in Reihen gebildet und kommen in nicht umhüllten Lagern zur Ausbildung. Äcidiosporen und Uredosporen keimen mit Keimschläuchen, welche sogleich wieder in ensprechende Wirtpflanzen eindringen können. Die Teleutosporen zeigen die mannigfaltigsten Formen; sie sind ein- bis mehrzellig, meist dunkel gefärbt, kommen einzeln oder in Reihen, in unbehüllten oder mit Pseudoperidie umgebenen Lagern zur Ausbildung. Bei der Keimung bilden sie saprophytisch oder von Reservestoffen lebende Keimschläuche (Promycelium). Letztere werden durch Querwände in je 4 Zellen geteilt, von denen jede eine Konidie (Sporidie) abschnürt (Abbildung 152).

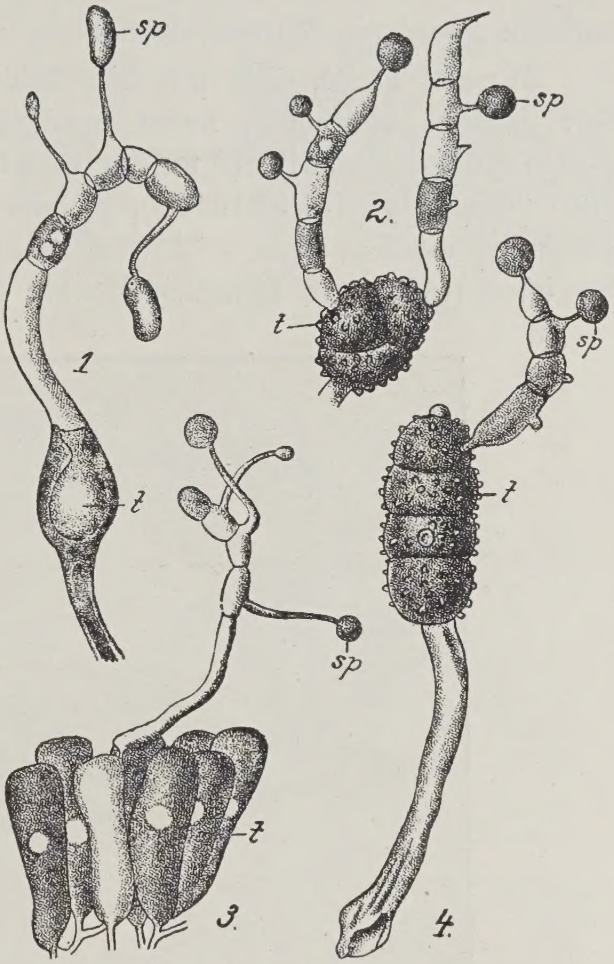


Abb. 152. *Uredinales.* Keimende Teleutosporen verschiedener Gattungen. Bei der Keimung entstehen Promycelien, welche 4 Zellen abgliedern, deren jede eine Konidie abschnürt. — Fig. 1. Von *Uromyces Fabae*, 460fach vergr. — Fig. 2. Von *Triphragmium Ulmariae*; 370fach vergr. — Fig. 3. Von *Melampsora betulina*; 370fach vergr. — Fig. 4. Von *Phragmidium Rubi*; 370fach vergr. — *t* Teleutospore, *sp* Konidie (Sporidie). — Nach Tulasne.

In bezug auf das Auftreten dieser Sporenkategorien lassen sich große Verschiedenheiten beobachten. Es gibt Uredineen, bei welchen alle Formen sich finden; die Ausbildung der

---

d. Schweiz, I. 1., Die Uredineen d. Schw., a. a. O., II. 2. — Eriksson J., Der heutige Stand d. Mycoplasmafrage. Zeitschr. f. d. Ausb. d. Entw.-Lehre. I., 1907; Das Leben d. Malvenrostpilzes, K. Sv. Vetensk. Akad. Handl. Bd. 62, Nr. 5, 1921. — Über die Literatur seit 1909 berichtet E. Fischer fortlaufend in Sammelreferaten in der Zeitschr. f. Bot.

Teleutosporen schließt die Vegetationsperiode ab, worauf die Promycelien im nächsten Frühjahre aus den überwinternden Teleutosporen entstehen. Bei anderen Arten können Sporenformen mit Ausnahme einer Art von Chlamydosporen und der Sporidien fehlen. Bei vielen Arten, die mehrere Sporenkategorien aus dem parasitischen Mycelium ausbilden, kommen sämtliche auf derselben Nährpflanze zur Entwicklung (autöcische Uredineen), bei anderen findet ein Wirtswechsel statt (heteröcische Uredineen).

Zumeist gleichzeitig mit den Äcidiosporen entwickeln sich in eigenen, den Äcidien ähnlichen, meist orangegelb gefärbten Behältern (Spermogonien oder Pykniden) an der Oberfläche der Nährpflanzen die Spermatien (oder Pyknokonidien), welche an den Enden dünner Hyphen abgeschnürt werden, aber — soweit bekannt — nicht als Fortpflanzungsorgane fungieren (reduzierte Konidien?), Abb. 151, Fig. 2.

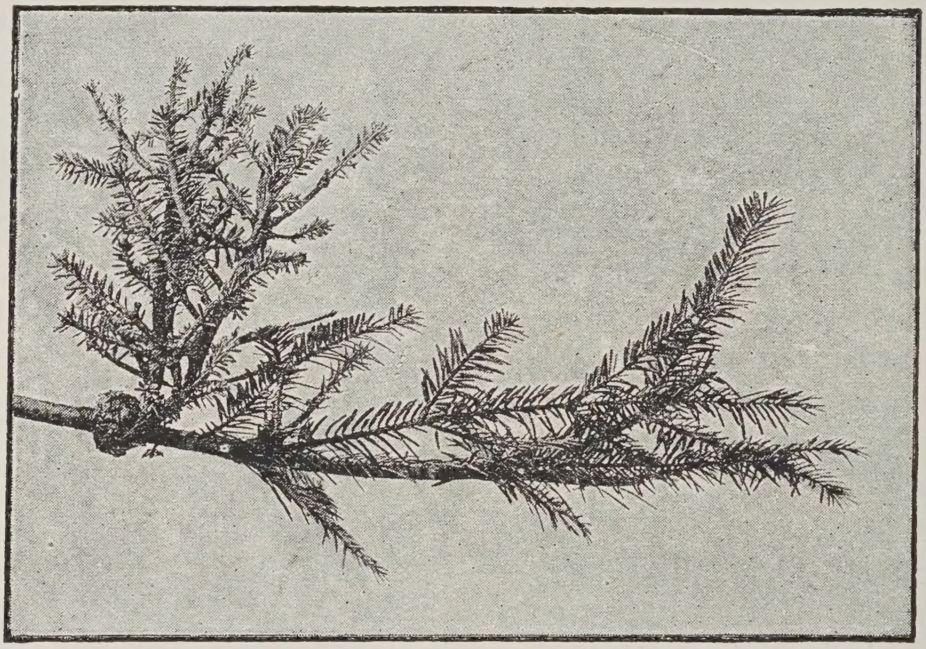


Abb. 153. „Hexenbesen“ auf der Tanne, hervorgerufen durch das Äcidium von *Melampsorella Caryophyllacearum*; verkleinert. — Nach Tubeuf.

Je nach Vorhandensein oder Fehlen der genannten Sporenformen unterscheidet man mehrere Typen von Uredineen. Eine Übersicht gibt die folgende Zusammenstellung (nach Fischer) in welcher S Spermatien, I Äcidio-, II Uredo- und III Teleutosporen bedeutet:

Eu-Uredineae	S	I	II	III	*Katapsi-Uredineae* . . .	—	I	—	III
Kata-Uredineae	—	I	II	III	*Hemi-Uredineae* . . .	—	—	II	III
Brachy-Uredineae . . .	S	—	II	III	*Mikro-Uredineae* . . .	—	—	—	III
Hypo-Uredineae . . .	S	—	—	III	*Endo-Uredineae* . . .	S	I	—	—
Opsi-Uredineae	S	I	—	III					

Die Sporidien sowie die aus ihnen entstehenden Mycelien haben einkernige Zellen (Abb. 154, Fig. 1); die Äcidiosporen, die Uredosporen, sowie die Zellen der Mycelien, welche Uredo- und Teleutosporen bilden, sind zweikernig (Fig. 2 bis 7); die Teleutosporenzellen sind anfangs zweikernig (Fig. 5) und werden dann durch Verschmelzung der beiden Kerne

einkernig (Fig. 8). Die Teleutosporenzellen verhalten sich demnach wie die Basidien der übrigen Basidiomyceten und sind diesen homolog. Die ersten zweikernigen Zellen, die im Entwicklungsgange einer Uredinee auftreten, sind die Äcidiosporen (bei Arten, welche keine Äcidiosporen haben, die ersten Chlamydosporen), die durch Verschmelzung zweier

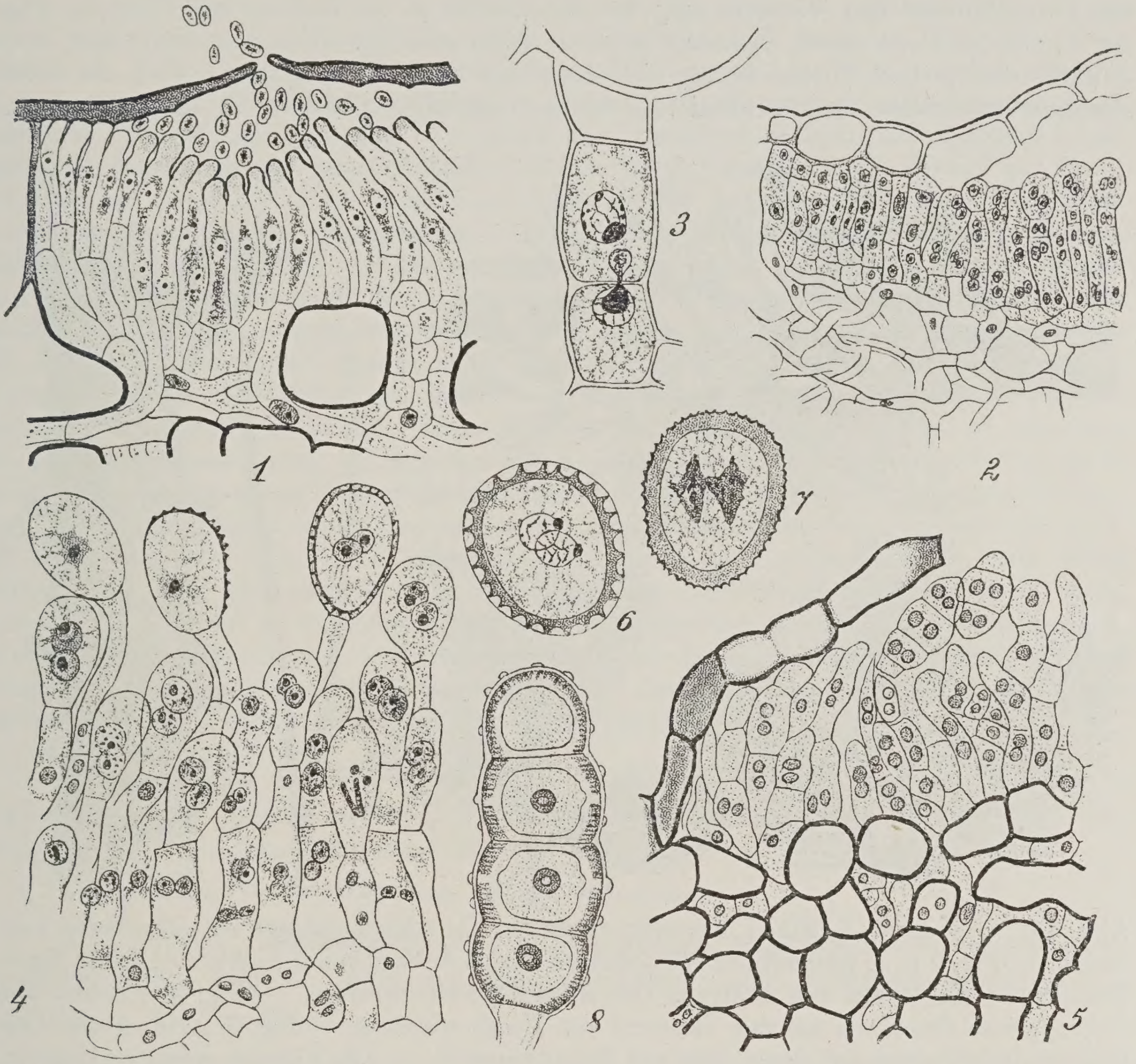


Abb. 154. Darstellung der Bildung der Sporen einer Uredinee (*Phragmidium violaceum*) und des Baues der Mycelien. — Fig. 1. Durchschnitt durch ein Spermogonium; die Zellen des Myceliums sind einkernig. — Fig. 2. Durchschnitt durch ein Äcidium; die Mycelzellen sind einkernig, die jungen Äcidiosporen zweikernig. — Fig. 3. Zellenfusion vor der Äcidiosporenbildung; der in der Figur dargestellte Fall der Kopulation zweier übereinander stehender Zellen ist der seltenere, in der Regel kopulieren zwei nebeneinander stehende Zellen. — Fig. 4. Uredosporenbildung; Mycelzellen und Sporen zweikernig. — Fig 5. Teleutosporenbildung; Mycelzellen und junge Sporenzellen zweikernig. — Fig. 6. Äcidiospore, zweikernig. — Fig. 7. Uredospore, zweikernig. — Fig. 8. Teleutospore, Zellen einkernig. — Stark vergr. — Nach Blackman.

Zellen entstehen[51]). Diese Zellverschmelzung ist der Kopulation einkerniger Zellen bei den *Ustilaginales* und bei den anderen Basidiomyceten vergleichbar.

---

[51]) Über die Details der Vorgänge vgl. die zitierte Abhandl. von Blackman, ferner Christman A. H., Sexual reprod. of the Rusts. Bot. Gaz., XXXIX., 1905.

Die Uredineen gehören zu den verbreitetsten und häufigsten Parasiten der höheren Pflanzen. Bei stärkerem Auftreten bewirken sie stets eine Schädigung der Wirtspflanze. Manche Uredineen rufen auffallende Deformationen an den letzteren hervor, so z. B. „Hexenbesenbildung“ (Äcidium von *Melampsorella Caryophyllacearum* auf der Tanne, vgl. Abb. 153; Äcidium von *Puccinia Arrhenatheri* auf *Berberis vulgaris*, Äcidium von *Cronartium ribicolum* auf *Pinus Strobus* etc.), Verbreiterung der Laubblätter (z. B. Äcidium von *Uromyces Pisi* auf *Euphorbia Cyparissias*, *Gymnosporangium Nidus avis* auf *Juniperus virginiana* etc.). Genuß stark rostigen Futters ist für viele Haustiere schädlich; dagegen werden die durch *Aecidium esculentum* stark deformierten Sprosse von *Acacia eburnea* in Indien gegessen.

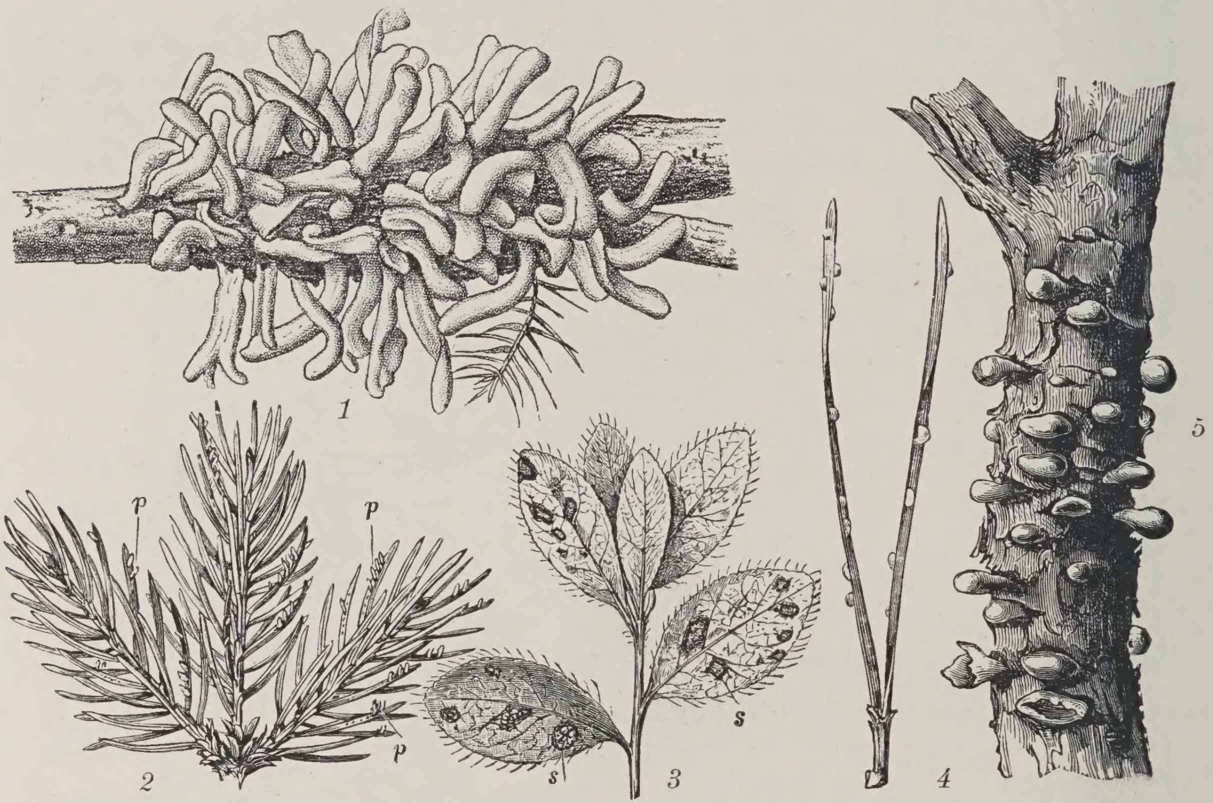


Abb. 155. *Uredinales.* — Fig. 1. *Gymnosporangium*, Teleutosporenlager auf *Juniperus communis.* — Fig. 2 u. 3. *Chrysomyxa Rhododendri.* Fig. 2 Äcidien *p* auf Fichtenblättern: Fig. 3 Teleutosporenlager auf den Blättern von *Rhododendron hirsutum.* — Fig. 4. Äcidien von *Coleosporium Senecionis* auf den Blättern von *Pinus silvestris.* — Fig. 5. Äcidien von *Cronartium asclepiadeum* auf einem Aste von *Pinus silvestris.* — Alle Figuren etwas verkleinert. — Original.

Bekämpfung der Uredineen schwierig, da chemische Mittel meist versagen; eventuell durch Ausrottung von Zwischenwirten, bei den Getreiderostpilzen hauptsächlich durch Anbau rostwiderstandsfähiger Sorten.

Bei wirtswechselnden Formen kann niemals die Teleutosporennährpflanze direkt durch Sporidien infiziert werden, dagegen kann eine Infizierung derselben durch überwinterte Uredosporen erfolgen. Häufig überdauern Uredineen in Rhizomen oder Stammteilen, so daß sie alljährlich auf den befallenen Pflanzen auftreten können. Eriksson vertritt seit langem die Ansicht, daß die Uredineen in den Zellen der Nährpflanzen in Form von membranlosen Zellen sich finden (Mykoplasma-Theorie).

1. Familie. ***Pucciniaceae.*** Teleutosporen gestielt, zu mehr oder minder lockeren Lagern vereinigt.

Gymnosporangium (Abb. 155, Fig. 1). Teleutosporen zweizellig, zu gallertigen oder knorpeligen Lagern vereinigt. Teleutosporenlager durchwegs auf Cupressineen, Äcidien

(ehedem *Roestelia*), soweit bekannt, auf Pomoideen. Gefährliche Schädiger von Obstkulturen: *G. tremelloides* (Teleutosporen auf *Juniperus communis*, Äcidium auf dem Apfelbaum, *Sorbus aucuparia*, *S. Aria*, *S. torminalis*, *Amelanchier*), *G. Sabinae* (*Juniperus Sabina* — Birnbaum, „Gitterrost"), *G. clavariaeforme* (*Juniperus communis* — diverse *Pomoideae*). — *Hemileia* (Teleutosporen einzellig) *vastatrix*, gefährlicher Parasit auf *Coffea arabica*. — *Uromyces* (Teleutosporen einzellig); *U. Pisi*, Uredo- und Teleutosporen auf der Erbse und anderen Papilionaceen, Äcidium auf *Euphorbia Cyparissias* und *E. Esula*; *U. Fabae* auf *Vicia*-Arten, *U. Trifolii* auf Klee, *U. appendiculatus* auf *Phaseolus*, *U. Betae* auf *Beta vulgaris* u. a. — *Puccinia* (Teleutosporen zweizellig). Heteröcisch: *P. graminis* auf Gramineen (Äcidien auf *Berberis* und *Mahonia*), *P. coronata* auf Gramineen (Äcidien auf *Rhamnus Frangula*), *P. Phragmitis* auf dem Schilfrohr (Äcidien auf Polygonaceen), *P. Caricis* auf *Carex* (Äcidien auf *Urtica*), *P. dispersa* auf *Secale* (Äcidien auf *Anchusa*), *P. Symphyti-Bromorum* auf *Bromus* (Äcidien auf Boraginaceen) u. a.[52]) Neuere Untersuchungen[53]) haben ergeben, daß manche dieser Arten — wie bei den Uredineen überhaupt — Sammelarten sind, welche aus mehreren morphologisch wenig verschiedenen, aber verschiedenen Nährpflanzen angepaßten und nur auf diesen vorkommenden Formen bestehen, so z. B. *P. graminis*, welche die Formen *Secalis*, *Tritici*, *Avenae*, *Airae*, *Agrostidis*, *Poae* u. a. umfaßt (Spezialisierung des Parasitismus, Artenbildung durch direkte Anpassung an das Ernährungssubstrat). Autözische Arten: *P. Pruni* auf *Prunus domestica*, auf Pfirsich und Aprikose, *P. Allii* und *P. Porri* auf *Allium*-Arten, *P. Asparagi* auf dem Spargel, *P. Malvacearum* auf Malvaceen u. a. m. — *Phragmidium* (Teleutosporen mit 3 und mehr in einer Reihe stehenden Zellen, vgl. Abb. 152, Fig. 4): *P. Rubi idaei* auf der Himbeere, *P. violaceum* auf Brombeersträuchern, *P. subcorticium* auf *Rosa*. — *Triphragmium* (Teleutosporen mit drei nicht in einer Reihe stehenden Zellen, vgl. Abb. 152, Fig. 2): *T. Ulmariae* auf *Filipendula Ulmaria*. — *Ravenelia* (Teleutosporen zu Köpfchen vereinigt) auf tropischen Euphorbiaceen und Leguminosen. — Von vielen Äcidien und Uredostadien ist die Zugehörigkeit zu bestimmten Arten noch nicht bekannt, weshalb sie vorläufig unter den provisorischen Gattungsnamen *Aecidium*, *Caeoma* (ohne Pseudoperidie), *Uredo* figurieren.

2. Familie. ***Endophyllaceae.*** Teleutosporen nicht gestielt, in längeren, später in Einzelsporen zerfallenden Reihen gebildet, äcidiosporenähnlich; die Lager von Pseudoperidie umgeben.

Endophyllum. — *E. Sempervivi* auf Crassulaceen.

3. Familie. ***Melampsoraceae.*** Teleutosporen ungestielt, zu flachen oder polsterartigen Lagern oder aufrechten Säulen, also fruchtkörperähnlichen Bildungen fest verbunden.

Chrysomyxa (Teleutosporenlager polsterartig, die Epidermis der Wirtpflanze durchbrechend, Teleutosporen in Reihen gebildet): *Ch. Rhododendri* (Teleutosporen auf *Rhododendron*, Äcidien auf der Fichte, Abb. 155, Fig. 2 und 3), *Ch. Ledi* (Teleutosporen auf *Ledum*, Äcidien auf der Fichte). — *Cronartium* (Teleutosporenlager säulenförmig, die Epidermis durchbrechend, Teleutosporen in Reihen, Äcidien blasenförmig): *C. asclepiadeum*, Teleuto-

---

[52]) Übersicht der auf den Zerealien vorkommenden *Puccinia*-Arten:

P. graminis, „Schwarzrost"	Äcidien auf	*Berberis*.
P. dispersa, „Roggenbraunrost" . . .	„ „	*Anchusa* und *Lycopsis*.
P. triticina, „Weizenbraunrost" . . .	„ „	?
P. simplex, „Zwergrost"	„ „	*Ornithogalum umbellatum*.
P. glumarum, „Gelbrost"	„ „	?
P. coronata, „Kronenrost"	„ „	*Rhamnus Frangula*.
P. coronifera, „Haferkronenrost" . . .	„ „	*Rhamnus cathartica*.

[53]) Vgl. Eriksson J., in Ber. d. deutsch. botan. Ges., XV., S. 183 (1897). — Klebahn H., Die wirtswechselnden Rostp., 1904. — Eriksson J., Neue Stud. üb. d. Spezialis. d. grasbewohn. Kronenrostarten. Ark. f. Bot., VIII., 1908.

sporen u. a. auf *Cynanchum*, Äcidium („Blasenrost") auf der Borke von *Pinus silvestris* (früher *Peridermium Pini*, Abb. 155, Fig. 5), *C. ribicolum*, Teleutosporen auf *Ribes*, Äcidien auf *Pinus Strobus* und verwandten Arten. — *Melampsora* (Teleutosporenlager krusten-

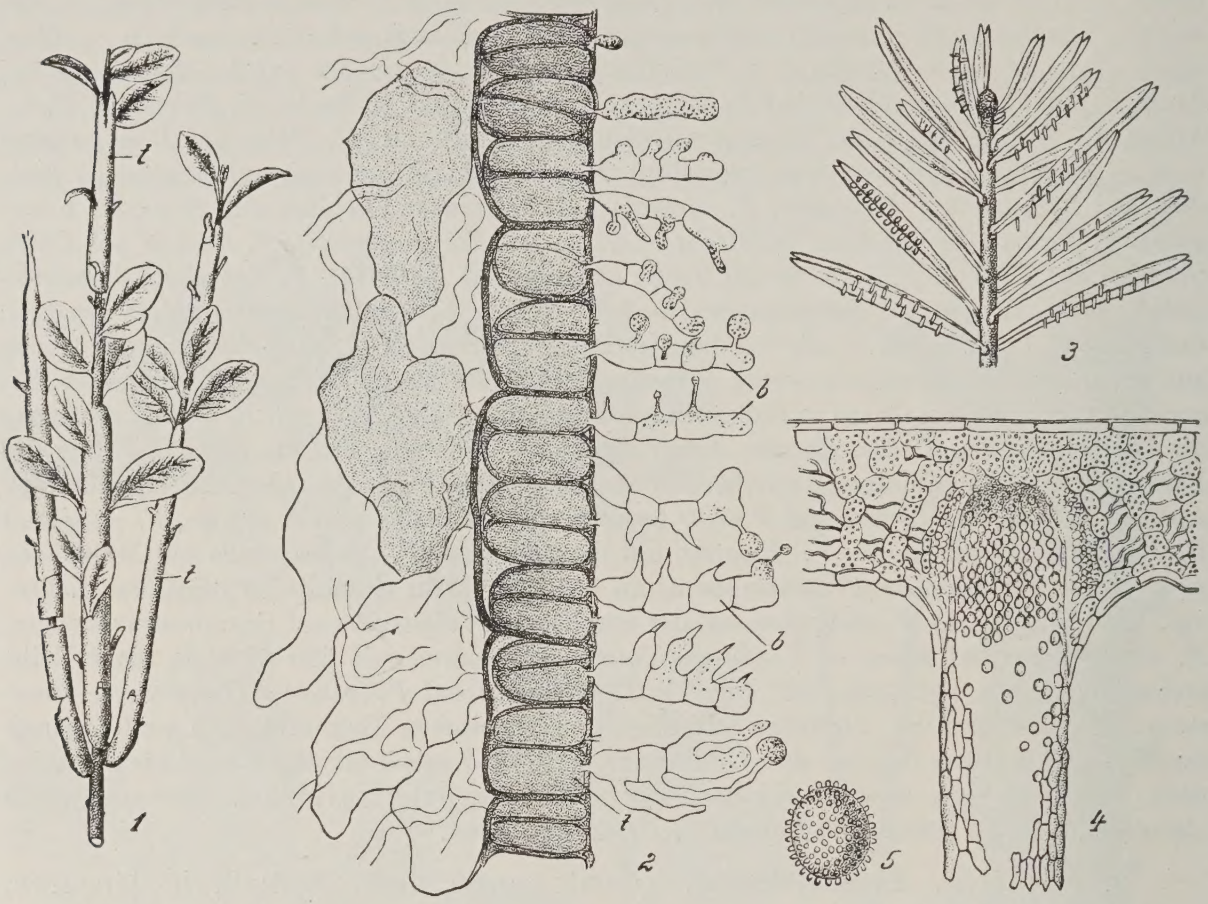


Abb. 156. *Melampsoraceae. Calyptospora Goeppertiana.* — Fig. 1. Sproß von *Vaccinium Vitis idaea* mit Teleutosporenlagern *t*; nat. Gr. — Fig. 2. Teleutosporenlager; 420fach vergr.; *t* Teleutosporen, *b* Promycelien. — Fig. 3. Zweig von *Abies alba* mit Äcidien; nat. Gr. — Fig. 4. Durchschnitt durch ein Äcidium; schwach vergr. — Fig. 5. Äcidiospore; 420fach vergr. — Nach Hartig.

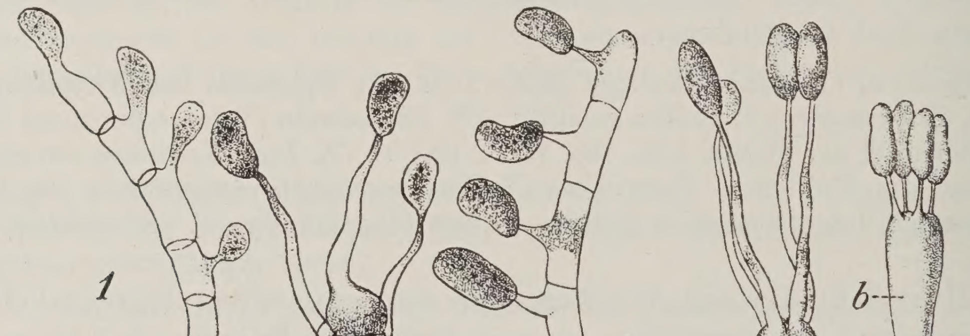


Abb. 157. Schematische Darstellung der Homologie zwischen den keimenden Teleutosporen der *Uredinales* (Fig. 1—2; Fig. 1 *Endophyllum Euphorbiae silvaticae*, Fig. 2 *Coleosporium Sonchi*) und den Basidien der *Auriculariales* (Fig. 3), der *Tremellales* (Fig. 4) und der *Autobasidii* (Fig. 5). *t* Teleutospore, *b* Basidie, *pr* Promycel. — Original.

förmig, von der Epidermis bedeckt, Teleutosporen einzellig, Äcidien ohne blasenförmige Pseudoperidie); *M. Larici-Tremulae*, Teleutosporen auf *Populus tremula* und *P. alba*, Äcidien auf *Larix*-Nadeln; *M. Larici-epitea*, *M. Larici-Pentandrae*, *M. Larici-Caprearum* u. a. entwickeln die Teleutosporen auf *Salix*, die Äcidien auf *Larix*; *M. Helioscopiae* auf *Euphorbia*-Arten. *Melampsorella Caryophyllacearum* bildet die Teleutosporen auf Caryophyllaceen aus, die Äcidien verursachen die Tannenhexenbesen (früher *Aecidium elatinum*, vgl. Abb. 153); *Melampsoridium betulinum*, Teleutosporen auf *Betula*, Äcidien auf *Larix*-Nadeln. — *Calyptospora* (Teleutosporenlager hautförmig, in den Epidermiszellen gebildet, Teleutosporen aus 4 nebeneinanderstehenden Zellen zusammengesetzt). *C. Goeppertiana*, Teleutosporen auf *Vaccinium Vitis idaea*, die Stengel walzenförmig auftreibend, Äcidien auf Blättern der Tanne (Abb. 156). — *Coleosporium* (Teleutosporenlager flach, von der Epidermis der Wirtpflanze bedeckt, Teleutosporen anfangs einzellig, später vierzellig, Promycelium die Spore nicht verlassend; deutliche Zwischenform zwischen Teleutospore und Basidie!). Die

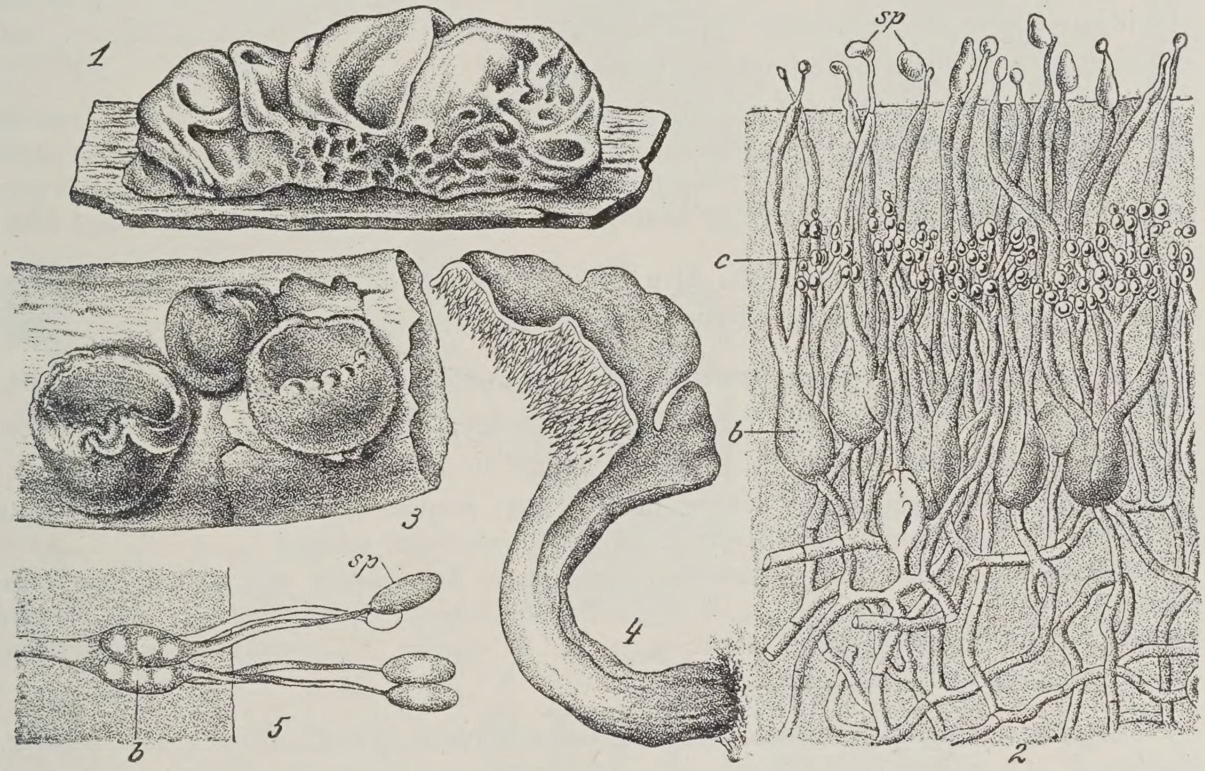


Abb. 158. *Tremellales.* — Fig. 1. *Tremella lutescens*; nat. Gr. — Fig. 2. Schnitt durch das Hymenium derselben, *b* Basidien, *sp* Basidiosporen, *c* Konidien; 450fach vergr. — Fig. 3. *Exidia truncata*; nat. Gr. — Fig. 4. *Tremellodon gelatinosus*; nat. Gr. — Fig. 5. Basidie *b* davon; 560fach vergr. — Fig. 1—3 nach Brefeld, 4—5 nach Möller.

blasenförmigen Äcidien auf Coniferen-, besonders *Pinus*-Nadeln (ehedem *Peridermium Pini*, Abb. 155, Fig. 4), Teleutosporen auf verschiedenen Nährpflanzen; häufigste Arten: *C. Tussilaginis*, *C. Campanulae*, *C. Euphrasiae*, *C. Senecionis*.

2. Gruppe. **Protobasidii.** Die Basidie geht nicht direkt aus der Spore hervor. Basidien mehrzellig, geteilt. Fruchtkörper nur selten fehlend.

1. Ordnung: ***Auriculariales.*** Saprophyten oder Holzparasiten. Basidien selten direkt aus dem Mycelium, zumeist aus verschieden geformten gallertigen Fruchtkörpern entspringend, dabei häufig Hymenien bildend. Basidien durch quer gestellte Wände in 4 Zellen geteilt. Chlamydosporen fehlen, dagegen treten neben den Basidiosporen bildenden Stadien auch verschieden geformte Konidienträger auf.

Den Zusammenhang zwischen den *Uredinales* und den *Autobasidii* herstellend (vgl. Abb. 157). Basidie der keimenden Teleutospore von *Coleosporium* ganz ähnlich. Der Fruchtkörper ist einem Teleutosporenlager homolog. Während bei den Uredineen das die Äcidien bildende Mycelium einkernige Zellen hat und eine gewisse Mächtigkeit erreicht, tritt bei den folgenden Basidiomyceten dieses Stadium mit einkernigen Zellen in den Hintergrund, nur die Basidiosporen und vielfach die Zellen der aus ihnen direkt hervorgehenden Myzelteile sind einkernig.

Auricularia Auricula Judae, das Judasohr, mit befeuchtet gallertigen, unregelmäßig gelappten oder schüsselförmigen oder horizontal abstehenden Fruchtkörpern, auf Baumstämmen, besonders von *Sambucus*, wurde früher medizinisch verwendet („Fungus Sambuci“). — *Pilacre*, Fruchtkörper gestielt, köpfchenförmig; auf Borke.

2. Ordnung. ***Tremellales.*** (Abb. 158.) Saprophyten und Holzparasiten. Fruchtkörper verschieden gestaltet, zumeist gallertig („Gallertpilze“). Basidien durch Längswände in 4 Zellen geteilt, deren jede eine Spore entwickelt. Konidienlager überdies vorhanden.

Auf den Stämmen und Ästen verschiedener Holzpflanzen häufig. *Exidia*, *Tremella* mit unregelmäßig faltigen Fruchtkörpern, *Tremellodon gelatinosus* mit muschelförmigen oder seitlich gestielten, meist hyalinen, unterseits Stacheln tragenden Fruchtkörpern (Abb. 158). — *Gyrocephalus rufus* mit roten Fruchtkörpern auf faulem Holze oder auf Erde.

3. Gruppe. **Autobasidii.** Die Basidie geht nicht direkt aus der Spore hervor. Basidien einzellig. Fruchtkörper fast stets vorhanden.

1. Ordnung. ***Dacryomycetales.*** Saprophyten. Den *Tremellales* ähnlich, aber durch einzellige, lang keulenförmige, am Ende zwei lange fadenförmige Sterigmen tragende Basidien verschieden.

Obwohl die Basidien nur 2 Sterigmen tragen, werden je 4 Sporen entwickelt, da von jeder Sterigme hintereinander je 2 Sporen abgeschnürt werden.

Auf faulem Holze sehr verbreitet *Dacryomyces deliquescens* mit gelben oder gelbroten, kleinen, warzenförmigen, gallertigen Fruchtkörpern; *Guepinia*-Arten mit kleinen becherförmigen Fruchtkörpern; *Calocera* (z. B. *C. viscosa*, *C. cornea*) mit stielartigen, oft verzweigten Fruchtkörpern.

2. Ordnung. ***Tulasnellales.*** Saprophyten. Fruchtkörper zart häutig. Basidien ohne Sterigmen. Sporen nicht abfallend, auf der Basidie keimend und Konidien bildend.

Tulasnella.

3. Ordnung. ***Hymenomycetes.*** (Abb. 159—161.)[54]) Saprophyten oder Parasiten. Mycelium kräftig entwickelt, häufig im Substrate bestimmte Zersetzungserscheinungen hervorrufend (z. B. in Hölzern), nicht selten perennierend und mehrmals Fruchtkörper entwickelnd. Solche perennierende Mycelien finden sich besonders bei bodenbewohnenden Arten (z. B. die so-

---

[54]) Wichtige Bilderwerke zum Bestimmen der verbreitetsten, besonders der genießbaren und giftigen Hymenomyceten: Krombholz V., Naturgetr. Abb. u. Beschr. d. eßb. etc. Schw. 1831—41. — Fries E., Icon. sel. Hymen. — Bresadola J., Fung. Trid. 1881 u. f. — Cooke M. C., Handb. of Brit. Fung. 1871. — Quelet L., Les Champ. d. Jura etc. 1872. — Michael E., Führer f. Pilzfr., 1895 u. spät. Auflagen. — Boudier E., Icon. mycol., 1904 u. f. — Ricken A., Die Blätterpilze Deutschl. u. d. angrenz. Länder etc., 2. Bde., Leipzig, 1915. — Liesche O., Altas der eßb. u. gift. Pilze etc. 4. Aufl. Annaburg, 1918. — Gramberg E., Pilze der Heimat, 2 Bde., 2. Aufl., Leipzig, 1921.

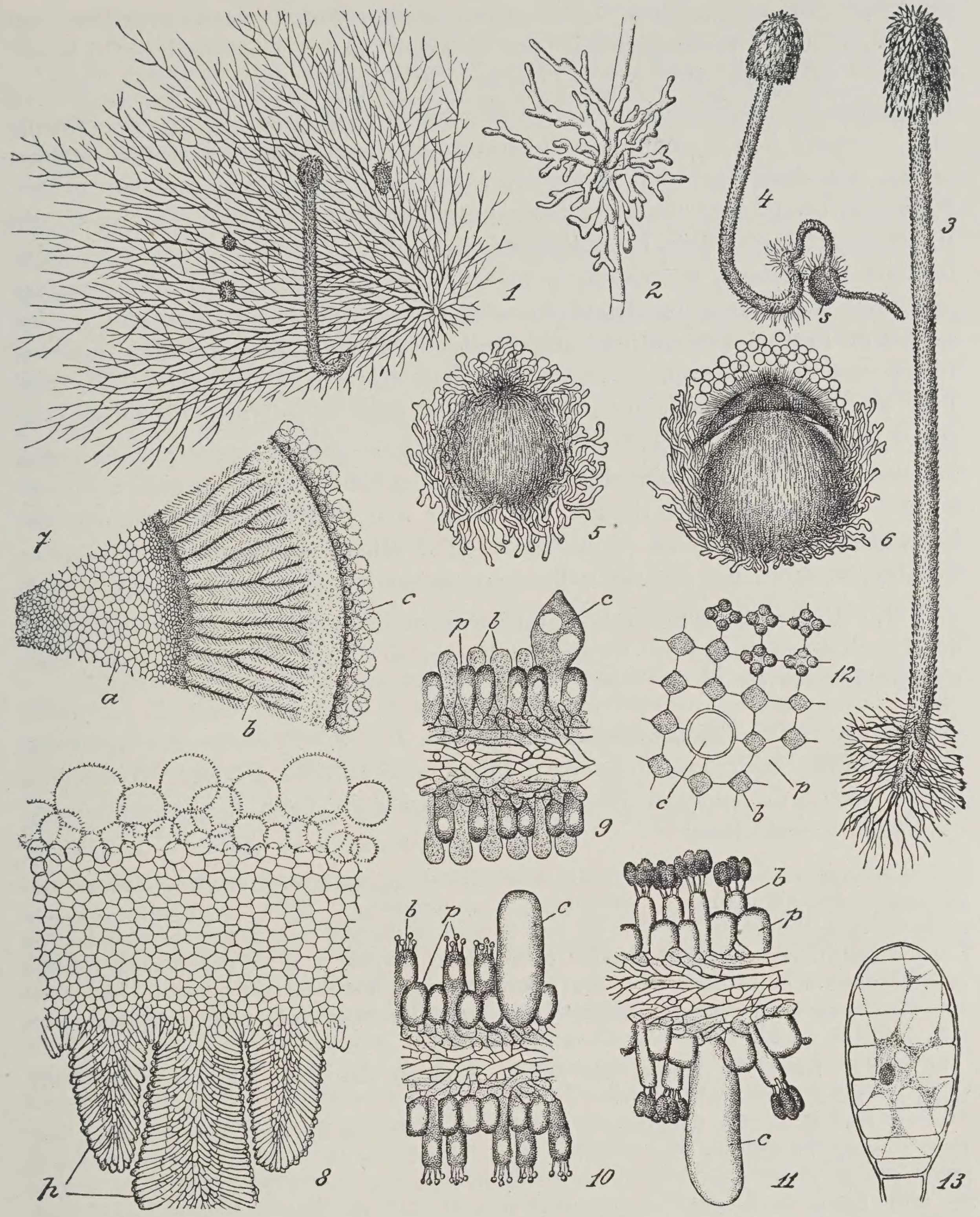


Abb. 159. *Hymenomycetes.* — Fig. 1—11. *Coprinus stercorarius.* Fig. 1 Mycelium mit Fruchtkörperanlagen, 10fach vergr.; Fig. 2 erste Anlage eines Fruchtkörpers, 200fach vergr.; Fig. 3 entwickelter Fruchtkörper, nat. Gr.; Fig. 4 ein solcher aus einem Sclerotium (*s*) entspringend, nat. Gr.; Fig. 5 u. 6 junge Fruchtkörper, 80fach vergr.; Fig. 7 Querschnitt durch einen Hut, *a* Stiel, *b* Lamellen, *c* Volva, 45fach vergr.; Fig. 8 ein Stück aus Fig. 7, stärker vergr., *h* Hymenium; Fig. 9—11 Querschnitte durch Lamellen mit verschiedenen Entwicklungsstadien der Hymenien, *b* Basidien, *p* Paraphysen, *c* Cystiden, 200fach vergr. — Fig. 12. Flächenansicht einer Lamelle von *Coprinus micaceus*; Bezeichnung wie bei Fig. 11; 280fach vergr. — Fig. 13. Cystide von *C. micaceus*; 300fach vergr. — Fig. 1—11 nach Brefeld, 12 u. 13 Original.

genannte „Champignonbrut“); sie gehen nicht selten in Dauermycelien von wurzelähnlicher Beschaffenheit mit dunkler fester Rindenschicht (*Rhizomorpha*, vgl. Abb. 161, Fig. 1) oder in Sklerotien über. Letztere können manchmal bedeutende Dimensionen annehmen (kopfgroße, früher als *Mylitta* und *Pachyma* beschriebene, bei außereuropäischen Polyporaceen und Agaricaceen). Aus dem Mycelium entwickeln sich die Fruchtkörper, die von großer Mannigfaltigkeit sind und an bestimmten Stellen (vgl. die Familien) die Hymenien tragen. Die Fruchtkörper sind von fleischiger, lederiger oder holziger Konsistenz, sie weisen nicht selten eine anatomische Differenzierung auf durch Ausbildung milchsaftführender Röhren (*Fistulina, Lactarius*), oder Gerbstoff, Fett oder Farbstoffe enthaltender Bildungen. Zwischen den Basidien finden sich in den Hymenien vielfach sterile Hyphen (Paraphysen, Abb. 159, Fig. 9—12 *p*), die manchmal haarförmige oder blasenförmige Ausbildung zeigen (Cystiden, Abb. 159, Fig. 9—12, *p*) und bestimmte ökologische Funktionen besitzen[55]). Die stets einzelligen Basidien schnüren 2—8, meist 4 Sporen an der Spitze zarter Sterigmen ab. Außer den Basidiosporen kommen als Fortpflanzungsorgane an den Mycelien Oidien, an den Fruchtkörpern Chlamydosporen, bei einzelnen Formen eigene Konidien vor.

Die Unterscheidung von Familien erfolgte bisher insbesondere nach der Beschaffenheit der die Hymenien tragenden Teile der Fruchtkörper; man unterscheidet[56]):

1. Familie. ***Thelephoraceae.*** (Abb. 160, Fig. 9.) Fruchtkörper hautartig, krustenförmig oder hutförmig und dabei gestielt oder sitzend. Hymenium flache oder nur schwach runzelige oder warzige Teile der Fruchtkörperoberfläche überziehend.

Corticium (Abb. 160, Fig. 9) mit krustenförmigen, manchmal an den Rändern aufgebogenen Fruchtkörpern: *C. amorphum*, *C. quercinum*, *C. laeve*, *C. comedens* auf abgestorbenen Ästen häufig. — *Stereum* mit zumeist horizontal vom Substrate abstehenden Fruchtkörpern, Hymenium unterseits: *S. hirsutum*, *crispum* u. a. auf abgestorbenen Ästen und Stämmen sehr verbreitet. — *Thelephora laciniata*. Fruchtkörper gelappte Rasen auf dem Boden oder an Stämmen bildend und durch Überwuchern junger Holzpflanzen oft

[55]) Vgl. Knoll F., Unters. üb. Bau u. Funktion der Cyst. Jahrb. f. wissenschaftl. Bot., L., 1912.

[56]) Juel H. O. (Die Kernteilg. in den Bas. u. d. Phylog. d. Basid. Jahrb. f. wiss. Bot., 1898; Cytolog. Pilzstudien. Nov. Acta Soc. scient. Upsal., Ser. IV., Vol. 4., 1916) und Maire R. (De l'utilis. d. donn. cytol. d. l. taxon. d. Basid. Bull. Soc. bot. d. Fr., 1902; Rech. cyt. et tax. s. l. Basid. Paris, 1902) versuchen in neuerer Zeit, gleichwie für die gesamten *Autobasidii* eine Neueinteilung nach anderen Gesichtspunkten, insbesondere nach den Teilungsvorgängen in der Basidie vor der Sporenbildung. Es lassen sich danach zwei Typen unterscheiden: Stichobasidien, bei denen die Kernspindeln parallel der Längsachse der Basidie stehen (analog der Promycel-Teilung der *Uredinales*) und Chiastobasidien, bei denen die Kernspindeln quer gestellt sind (Anklang an den Teilungsmodus der *Tremellales*). Von den im folgenden aufgezählten Familien stehen einander die *Thelephoraceae*, *Clavariaceae*, *Hydnaceae* relativ nahe, weshalb sie auch von Maire in neuester Zeit als *Cantharellineae* (mit Einschluß der *Exobasidiales* und von *Cantharellus*) den anderen *Hymenomycetes* gegenübergestellt werden, die dann die Unterreihen der *Polyporineae* und *Agaricineae* bilden.

schädlich werdend. — *Craterellus cornucopioides* „Totentrompete", mit trompetenförmigen, dunkelgrauen Fruchtkörpern, häufig auf Waldboden, gleichwie *C. clavatus* eßbar. — Einige Gattungen mit locker filzigen Fruchtkörpern (*Hypochnus*, *Tomentella* u. a.) werden auch in eine eigene Familie (*Hypochnaceae*) vereint. *Hypochnus violaceus* (das Myzelium als *Rhizoctonia violacea* bekannt) und *H. Solani* parasitisch und oft schädlich auf unterirdischen Pflanzenteilen.

2. Familie. **Clavariaceae.** (Abb. 160, Fig. 1 und 5.) Fruchtkörper zumeist fleischig, dabei zylindrisch, keulenförmig oder korallenartig verzweigt. Hymenium glatt, die ganze Fruchtkörperoberfläche oder Teile derselben bedeckend.

Pistillaria und *Typhula*-Arten mit sehr zarten, fadenförmigen Fruchtkörpern, häufig auf faulenden Pflanzenteilen. — *Clavaria* (Abb. 160, Fig. 1 u. 5) häufig mit sehr ansehnlichen, fleischigen Fruchtkörpern, von denen manche als Speisepilze („Ziegenbart", „Bärentatzen", „Keulenschwämme", „Korallenschwämme") Verwendung finden; *C. pistillaris* mit keulenförmigen Fruchtkörpern, *C. aurea, formosa, flava, botrytis* mit verzweigten Fruchtkörpern. Giftige Arten nicht bekannt. — *Sparassis ramosa* mit reichverzweigten, oft sehr großen (bis 60 *cm* im Durchmesser) Fruchtkörpern, deren Äste flach sind, in Föhrenwäldern; eßbar.

3. Familie. **Hydnaceae**[57]). (Abb. 160, Fig. 7.) Fruchtkörper von mannigfacher Form (verzweigt, krustenförmig oder hutförmig). Das Hymenium bedeckt stachel-, leisten- oder warzenförmige Hervorragungen der Fruchtkörper.

Odontia- und *Grandinia*-Arten mit krustenförmigen Fruchtkörpern auf abgestorbenen Hölzern. — *Hydnum*. Genießbar: *H. coralloides* mit reich verzweigtem, gelblichem Fruchtkörper („Korallenschwamm"), *H. erinaceum* („Igelschwamm") mit keulenförmigem, horizontal abstehendem Fruchtkörper und sehr langen Stacheln, beide auf Baumstämmen; *H. repandum* („Stoppelschwamm") (Hutoberfläche glatt, orange oder ocker), *H. imbricatum*, „Habichtschwamm" (Hutoberfläche braun, schuppig; Abb. 160, Fig. 7) auf Waldboden. — Giftige Arten unbekannt.

4. Familie. **Polyporaceae.** (Abb. 160, Fig. 2, 4, 8.) Fruchtkörper von mannigfacher Form (krustenförmig, halbiert hutförmig, hutförmig) und verschiedener Konsistenz. Hymenium verschieden gestaltete Aushöhlungen an der Unterseite der Fruchtkörper (seltener an der Oberseite) auskleidend.

Merulius mit hautförmigen oder halbiert hutförmigen Fruchtkörpern; Hymenium auf faltenartigen Hervorragungen und insbesondere in den Vertiefungen zwischen denselben (Abb. 160, Fig. 4). *M. lacrimans*, der „Hausschwamm"[58]), „Tränenschwamm", ist insoferne einer der schädlichsten Pilze, als das Mycelium sehr häufig feuchtes Holzwerk in Bauten befällt und dasselbe in eigentümlicher Weise zerstört. Das Holz wird gebräunt, weich und zerfällt schließlich durch Quer- und Längsrisse in kubische Stücke. Bei entsprechender Luftfeuchtigkeit des umgebenden Raumes tritt das Mycelium als weiche, baumwollartige Masse hervor, die an der Oberfläche Wasser in Tropfenform ausscheidet. Die häutigen Fruchtkörper überziehen das zerstörte Holz oder benachbarte Objekte (Mauern u. dgl.). Bekämpfung durch Trockenlegung der gefährdeten Hölzer, Isolierung derselben durch karbolisierten Zement, Imprägnierung mit Desinfektionsmitteln. Außerhalb der menschlichen Bauten findet sich *M. l.* sehr selten. Ähnliche Holzzerstörungen rufen auch andere *Polyporaceae* hervor[58]), z. B. *Poria vaporaria* mit dichten Röhren.

Fomes. Fruchtkörper von sehr verschiedener Gestalt, krustenförmig, halbiert hutförmig, sitzend oder gestielt, holzig. Hymenium im Innern von engen Röhren, in der Regel auf der Unterseite, nur bei den krustenförmigen Formen auf der Oberseite. Röhrenschichte

---

[57]) Banker H. J., Type stud. in the *Hydnaceae*. Mycologia, IV. u. V., 1912—1913.

[58]) Vgl. Mez K., Der Hausschwamm u. d. übrigen holzzerstör. Pilze, 1908.

Abb. 160. *Hymenomycetes.* — Fig. 1. *Clavaria aurea*; nat. Gr. — Fig. 2. *Lenzites quercina*; nat. Gr. — Fig. 3. *Marasmius tenerrimus*; nat. Gr. — Fig. 4. *Merulius lacrimans*; nat. Gr. — Fig. 5. *Clavaria argillacea*; nat. Gr. — Fig. 6. *Agaricus caesareus*; *a* Ring, *v* Velum universale; nat. Gr. — Fig. 7. *Hydnum imbricatum*; nat. Gr. — Fig. 8. *Polyporus perennis*; nat. Gr. — Fig. 9. *Corticium*; Holzstück mit 4 Fruchtkörpern; nat. Gr. — Fig. 1—4, 6—9 Original, 5 nach Harzer.

geschichtet, ausdauernd. Artenreiche Gattung. Viele Arten mit halbiert hutförmigen Fruchtkörpern kommen auf Stämmen von Holzpflanzen vor, und zwar parasitisch oder saprophytisch, eigentümliche Zerstörungsformen des Holzes herbeiführend und dann vielfach schädlich („Baumschwämme"); so z. B.: *F. annosus*, der „Kiefernwurzelschwamm", an Wurzeln und Stämmen der Kiefern, *F. pinicola* auf Nadelhölzern, *F. applanatus* an Laubholzstämmen, *F. fomentarius*, der „Zunderschwamm", an Stämmen von Laubhölzern (die oft sehr groß werdenden Fruchtkörper liefern in dem Filzgewebe des Hutes den Feuerschwamm oder Zunder, der als „Fungus chirurgorum" medizinische Verwendung fand und auch noch findet), *F. igniarius* an verschiedenen Laubbäumen etc. Durch den seitlichen, glänzenden, glatten Stiel ist *F. lucidus* auffallend.

Polyporus. Fruchtkörper zäh-fleischig, in der Form der vorigen Gattung gleichend. Röhrenschichte einfach, einjährig. Mehrere Arten werden infolge ihrer weichen, fleischigen Konsistenz gegessen, so *P. ovinus*, „Schafeuter", mit weißlichen, gestielten, auf Waldboden wachsenden Fruchtkörpern, *P. frondosus*, „Klapperschwamm", mit aus zahlreichen Fruchtkörpern bestehenden umfangreichen Strünken an den Wurzeln alter Kastanien und Eichen, *P. confluens*, „Semmelpilz", mit fleischfarbigen, vielfach miteinander verschmelzenden, auf Waldboden wachsenden Fruchtkörpern, ferner *P. Mylittae* in Australien, mit großen im Boden befindlichen genießbaren Sklerotien („Native Broad"), *P. Tuberaster*, der in Italien kultiviert wird, u. a. m. Medizinische Verwendung finden die weichen Fruchtkörper des auf Lärchenstämmen vorkommenden „Lärchenschwammes", *P. officinalis*, die insbesondere aus Sibirien in den Handel kommen. — Als schädliche Parasiten auf Holzpflanzen sind zu erwähnen: *P. caudicinus* (= *P. sulphureus*) auf Laub- und Nadelbäumen, eine Rotfäule des Holzes verursachend, *P. betulinus* auf Birken, *P. squamosus* auf verschiedenen Laubbäumen. — *P. cinnabarinus* auffallend durch den zinnoberroten Fruchtkörper.

Polystictus. Fruchtkörper wie bei den vorigen Gattungen, lederig oder häutig. *P. versicolor* an totem Holze sehr verbreitet.

Trametes, den vorigen Gattungen sehr ähnlich, Substanz zwischen den Poren der Hutsubstanz gleich. An Baumstämmen: *T. suaveolens* an Weiden, *T. Pini* an Kiefern, sehr schädlich.

Daedalea. Die Aushöhlungen mit dem Hymenium labyrinthartig gewunden oder wellig begrenzt. *D. unicolor* an Stämmen von Laubbäumen.

Lenzites. Die Aushöhlungen mit dem Hymenium sehr langgestreckt, daher die Zwischenwände lamellenartig. *L. saepiaria* und *L. abietina* an Koniferenstämmen und insbesondere auf bearbeiteten Hölzern; *L. quercina* (Abb. 160, Fig. 2) an Stämmen von Eichen und Buchen.

Hexagonia, mit wabenartigen Aushöhlungen, besonders in den Tropen.

Fistulina. Fruchtkörper keulen- oder zungenförmig, auf der Unterseite röhrenartige Hervorragungen tragend, die im Innern die Hymenien führen. *F. hepatica*, der „Leber-" oder „Zungenpilz", an Eichenstämmen, mit fleischigen, innen blutroten Fruchtkörpern, genießbar.

Boletus. Fruchtkörper fleischig, hutförmig, zentral gestielt, an der Unterseite in röhrenförmigen Vertiefungen die Hymenien tragend. Die Wände der Röhren bestehen aus einem vom sterilen Teile des Fruchtkörpers verschiedenen, meist leicht ablösbaren Gewebe. Zahlreiche bodenbewohnende Arten. Sicher genießbar: *Boletus scaber*, „Kapuzinerpilz", *B. rufus*, „Rotkappe", *B. edulis*, „Herrenpilz", „Steinpilz", „Pilzling", *B. subtomentosus*, „Ziegenlippe", *B. regius*, „Königspilz", *B. bovinus*, „Kuhpilz", *B. luteus*, „Butterpilz", *B. variegatus*, „Sandpilz", *B. granulatus*, „Schmerling" u. a. — Sicher giftig ist *B. Satanas*, „Satanspilz". Manche Arten sind nicht giftig, aber aus anderen Gründen (bitterer Geschmack u. dgl.) ungenießbar, so *B. felleus*. Das Blauwerden des Fruchtkörperfleisches mancher *Boletus*-Arten bei Verletzungen ist kein Merkmal giftiger Eigenschaften, sondern beruht auf der Gegenwart eines bei dem Zutritte des Sauerstoffes der Luft sich färbenden Chromogens. Als giftige Substanzen in Pilzen wurden bereits mehrere Alkaloide und Eiweißverbindungen nachgewiesen. — Viele *Boletus*-Arten bilden Mykorrhizen mit verschiedenen Waldbäumen.

Morphologisch sehr beachtenswert ist *Cryptoporus volvatus* (N.-Am., SO.-As.) mit fast geschlossen bleibenden Fruchtkörpern.

5. Familie. **Agaricaceae**[59]) (Abb. 160, Fig. 3 und 6, Abb. 159, 161), Fruchtkörper meist fleischig, hutförmig, dabei mit seitlichem oder zentralem Stiel oder halbiert hutförmig. Hymenium strahlig verlaufende Falten oder Lamellen überziehend.

Formenreichste Gruppe der Hymenomyceten. Einige der verbreitetsten Gattungen seien hier angeführt:

Cantharellus. Hymenium Falten überziehend. — *C. cibarius*, „Pfifferling", „Eierschwamm", „Rötling", mit ganz orangegelben Fruchtkörpern, sehr verbreiteter Speisepilz. *C. aurantiacus* wurde lange Zeit für giftig gehalten, was nicht zutreffend ist.

Paxillus. Hymenium auf Lamellen, die am Grunde anastomosieren und ablösbar sind. Sporen gelbbraun. — *P. involutus* und *atrotomentosus* eßbar.

1.

2.

Abb. 161. *Agaricus* (*Armillaria*) *melleus.* — Fig. 1. Dauermycelium (Rhizomorpha) auf der Oberfläche eines Holzstückes; verkleinert. — Fig. 2. Fruchtkörper; verkleinert. — Original.

Coprinus (Abb. 159). Hymenium auf meist ganz freien Lamellen, welche wie der ganze Fruchtkörper zur Zeit der Sporenreife zerfließen. Viele Arten auf tierischen Exkrementen, Dünger u. dgl., so *C. porcellanus* (= *comatus*), *C. atramentarius* u. a.; andere Arten auf faulendem Holze, so *C. micaceus*, *C. truncorum.* Die Dauermycelien mehrerer dieser Arten sind wergartig und wurden früher als „*Ozonium*"-Arten beschrieben.

Hygrophorus. Lamellen sehr dick, entfernt stehend. — *H. conicus* mit gelben oder scharlachroten, wässerig-fleischigen Fruchtkörpern, sehr häufig auf Wiesen in Mittel- und Nordeuropa; *H. pratensis* auf Wiesen, eßbar.

Nyctalis. Parasitisch auf anderen Hymenomyceten.

Lactarius. Fruchtkörper mit Milchsaftröhren im Innern, deren Inhalt bei Verletzungen ausfließt. Sicher genießbar: *L. deliciosus*, „Reizker", mit rotgelbem Milchsaft, *L. volemus*, „Brätling" mit weißem Milchsafte; giftig: *L. torminosus*, „Birkenreizker", *L. scrobi-*

[59]) Vgl. Beck G., Das System d. Blätterpilze (*Agaricaceae*). Der Pilz- und Kräuterfr., V., 1922.

culatus, *L. vellereus* u. a. *L. piperitus*, „Pfefferschwamm“, ist zwar nicht giftig, aber von sehr scharfem Geschmack.

Russula. Fruchtkörper mit dünnen, röhrenartigen Bildungen im Innern, die aber keinen Milchsaft führen. Zahlreiche Arten mit lebhaft gefärbter Hutoberfläche, die oft nur schwer voneinander unterschieden werden können. Darin liegt auch der Grund, warum gerade durch *Russula*-Arten häufig Vergiftungen veranlaßt werden. — Eßbar: *R. vesca*, „Speisetäubling“, *R. virescens*, „Grüner Täubling“, *R. cyanoxantha*, „Frauentäubling“, *R. alutacea*, „Ledertäubling“, *R. integra* u. a. m.; giftig sind z. B. *R. emetica*, „Speiteufel“, *R. sardonia*, *R. elegans* u. a.

Schizophyllum. Fruchtkörper ungestielt, mit der Länge nach gespaltenen Lamellen. — *S. alneum* häufig auf Ästen und Stämmen und allgemein verbreitet; im Süden Europas oft Maulbeer- und Orangenpflanzungen schädlich werdend.

Marasmius (Abb. 160, Fig. 3). Fruchtkörper von fleischig-lederartiger Konsistenz, nach der Sporenreife vertrocknend und bei Befeuchtung wieder die ursprüngliche Gestalt annehmend. Artenreiche Gattung, viele Arten in den Tropen. In Europa auf am Boden liegenden Ästchen, Koniferennadeln, Blättern etc.; häufige Arten: *M. perforans*, *M. androsaceus*, *M. rotula* u. a. *M. alliatus* auf Waldboden, auf Holz u. dgl. mit intensivem, lauchartigem Geruch und Geschmack, wird vielfach gesammelt und als „Moucheron“ verkauft. *M. caryophylleus* (= *M. Oreades*) mit größeren Fruchtkörpern, auf Wiesen „Hexenringe“ verursachend, genießbar. *M. Sacchari*, Erreger der „Donkellankrankheit“ des Zuckerrohres.

Agaricus. Fruchtkörper fleischig, nach der Sporenreife verfaulend. — Die Gattung umfaßt zahlreiche Arten, welche sich insbesondere nach zwei Merkmalen in Untergattungen oder eigene Gattungen verteilen lassen, nämlich nach der Farbe der Sporen und nach dem Vorkommen oder Fehlen gewisser häutiger Bildungen, welche den jugendlichen Fruchtkörper ganz oder zum Teile einhüllen und auch später, wenigstens in Resten, erhalten bleiben. Diese hautartigen Bildungen umhüllen entweder den jungen Fruchtkörper ganz (Velum universale) und finden sich an dem erwachsenen als Scheide oder Volva am Grunde des Stieles oder in Form von Hautfetzen oder Warzen auf der Hutoberfläche (Abb. 160, Fig. 6*v*), oder sie verbinden anfangs bloß den Rand des Hutes mit dem oberen Teile des Stieles (Velum partiale) und finden sich dann am reifen Fruchtkörper in Form von Hautfetzen oder fädigen Anhängseln am Rande des Hutes oder als Ring (Annulus) (Abb. 160, Fig. 6*a*) am Stiele.

Eßbar: *A.* (*Psalliota*) *campestris*, „Champignon“, wildwachsend auf gedüngtem Boden, auf Wegen u. dgl., vielfach in Kellern, in Treibhäusern etc. im großen kultiviert und in der Kultur eine etwas abweichende Gestalt annehmend; *A.* (*Psalliota*) *silvaticus*, „Wald-Champignon“, *A.* (*Psalliota*) *pratensis*, „Wiesen-Champignon“, *A.* (*Psalliota*) *arvensis*, „Schaf-Champignon“, alle drei dem ersterwähnten ähnlich; *A.* (*Pholiota*) *mutabilis*, „Stockschwamm“, rasenförmig an Baumstrünken; *A.* (*Clitopilus*) *Trunculus* „Moucheron“, in Waldungen; *A.* (*Clitocybe*) *nebularis*; *A.* (*Tricholoma*) *graveolens* „Maischwamm“, in Laubwäldern; *A.* (*Tricholoma*) *gambosus*, „Mai-Raßling“, auf Wiesen, Hexenringe bildend; *A.* (*Tricholoma*) *equestris* in sandigen Waldungen; *A.* (*Tricholoma*) *Georgii* in Wäldern in wärmeren Gebieten, in China viel kultiviert; *A.* (*Armillaria*) *melleus*, „Hallimasch“, in dichten Gruppen am Grunde von Baumstämmen, in welchen das Mycelium parasitisch lebt, seine jungen Mycelien leuchten, die Dauermycelien wurden früher als *Rhizomorpha* beschrieben (Abb. 161); *A.* (*Lepiota*) *procerus* „Parasolpilz“, „Schirmpilz“, auf Wiesen und in Wäldern; *A.* (*Amanita*) *caesareus*, „Kaiserling“ (Abb. 160, Fig. 6), in Wäldern Süd- und Osteuropas u. a. m. In Japan wird *A.* (*Cortinellus*) *Shiitake* viel als Speisepilz verwendet und auch im großen kultiviert. — Giftig sind u. a.: *A.* (*Amanita*) *muscarius*, der „Fliegenpilz“, aus dem im nordöstlichen Sibirien ein berauschendes Getränk bereitet wird; *A.* (*Amanita*) *phalloides*, „grüner Knollenblätterschwamm“; *A.* (*Amanita*) *Mappa*, „gelber Knollenblätterschwamm“, *A.* (*Amanita*) *verna*, „weißer Knollenblätterschwamm“, u. a.

Rozites gongylophora in Südbrasilien auf Ameisennestern; das Mycelium wird von gewissen Ameisen gezüchtet und bildet blumenkohlartige Massen.

4. Ordnung. ***Exobasidiales.*** (Abb. 162.) Parasitisch. Hymenium nicht aus einem Fruchtkörper, sondern direkt aus dem Gewebe der Wirtpflanze hervortretend.

Die hieher gehörigen Pilze machen den Eindruck vereinfachter Basidiomyceten (*Autobasidii*), deren Reduktion mit der parasitischen Lebensweise im Zusammenhange stehen dürfte.

Exobasidium Rhododendri auf den Blättern der Alpenrosen apfelähnliche Gallen hervorrufend, *E. Vaccinii* auf den Blättern und Stengeln von *Vaccinium*-Arten (Abb. 162), *E. Lauri* auf Lorbeerstämmen *Clavaria*-artige Gallen erzeugend u. a. m.

Abb. 162. *Exobasidiales.* — Fig. 1. *Exobasidium Rhododendri* auf *Rhododendron ferrugineum*; nat. Gr. — Fig. 2. *E. Vaccinii* auf *Vaccinium Vitis idaea*; nat. Gr. — Fig. 3. Hymenium des letzteren; 620fach vergr. — Fig. 3 nach Woronin, sonst Original.

5. Ordnung. ***Gasteromycetes***[60]). Saprophyten. Mycelium kräftig. Fruchtkörper unterirdisch oder anfangs unterirdisch, später hervortretend oder von Anfang an epigäisch, sehr verschieden geformt, häufig rundlich oder wenigstens anfangs rundlich, aus einer oft mehrschichtigen äußeren Hülle (Peridie) und einem inneren sporenbildenden Gewebe (Gleba)

[60]) Corda A. K. J., Icones Fungorum, 5 u. 6, 1842—54. — Tulasne L. R. et Ch., Fungi hypogaei. Hist. et monogr. d. champ. hypog. 1851. — Massee G., A monogr. of the gen. *Lycoperdon.* Journ. of Roy. Microsc. Soc., 1887. — Hesse R., Die Hypogaeen Deutschl. I., 1891. — Rehsteiner H., Beitr. z. Entwicklungsgesch. einig. Gasteromyc. Bot. Zeitg., 1892. — Thaxter R., Note on *Phallogaster sacc.* Bot. Gaz., XVIII., 1893. — Möller A., Brasilian. Pilzblumen, 1895. — Fischer E., Unters. z. vergl. Entwicklungsgesch. u. Syst. d. Phalloid. III. Ser. mit einem Anhang: Verwandtschaftsverh. d. Gasterom. Denkschr. d. Schweiz. naturforsch. Ges., XXXVI., 1900. — White V. S., The *Tylostom.* of N. Am. Bull. Torr. bot. Cl., XXVIII., 1901. — Hollós L., *Gasterom.* Hungariae, 1903. — Lloyd C. G., The *Lycoperd.* of Austral., N. Zeal. and neighb. isl., 1905; The *Tylostomaceae*, 1906. — Fischer E., Zur Morpholog. d. Hypog. Bot. Zeitg., 1908. — Conard H. S., The struct. of *Simblum sphaeroc.* Mycologia, V., 1913; The struct. and developm. of *Secotium.* l. c., VIII., 1915. — Fitzpatrik H. M., A comparat. stud. of the developm. in *Phyllagaster* etc. Annal. myc., XI., 1913.

bestehend. Die Gleba besteht entweder bloß aus unregelmäßig verlaufenden Basidien und bildet dann bei der Sporenreife eine pulverige Masse oder sie ist außerdem von sterilen Fasern (Kapillitium) durchzogen, oder die Basidien kleiden das Innere von Kammern bildenden sterilen Wänden aus, oder es kommt zu einer noch weitergehenden Differenzierung des Innern, indem ein zentraler, steriler Körper (Kolumella) oder ein die Gleba regelmäßig durchziehendes oder umhüllendes steriles Gewebe (Rezeptakulum) zur Ausbildung gelangen. Basidien einzellig, 2—12sporig.

Die phylogenetischen Beziehungen der *Gasteromycetes* zu den übrigen Basidiomyceten sind durchaus nicht geklärt. Einige Formen, wie *Podaxon*, *Secotium* u. a. zeigen bemerkenswerte Annäherungen an die *Hymenomycetes*.

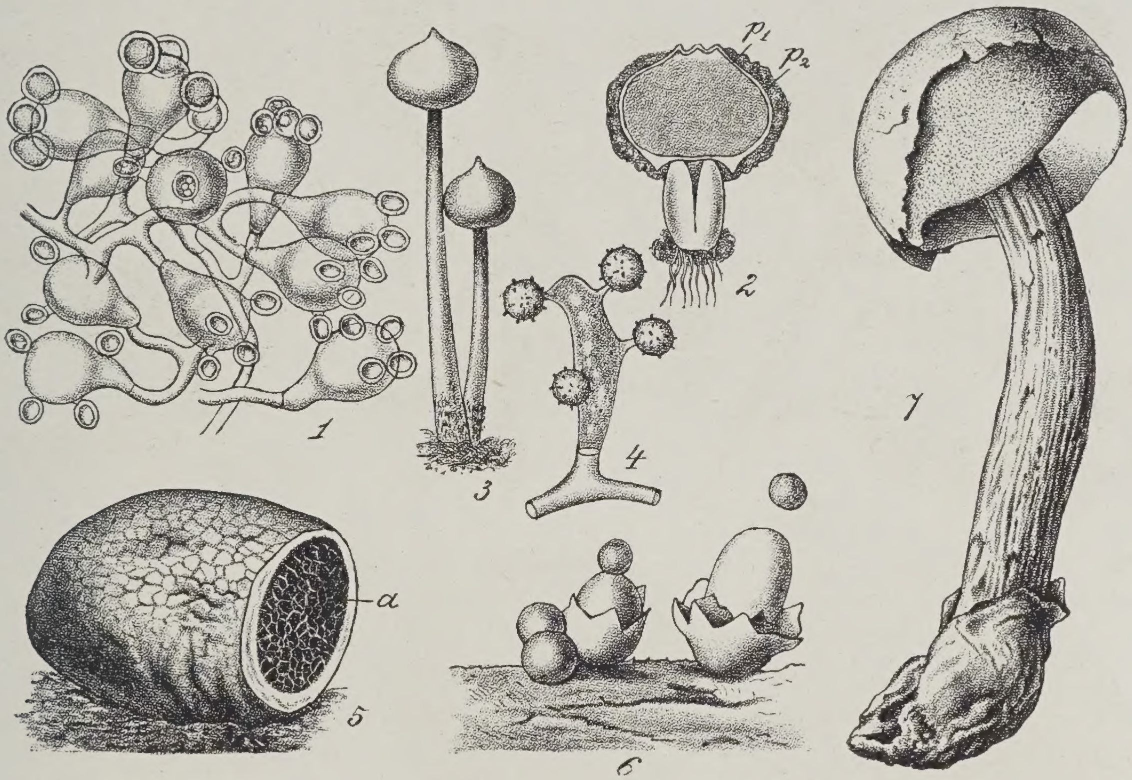


Abb. 163. *Plectobasidii*. — Fig. 1. Basidien von *Scleroderma vulgare*; stark vergr. — Fig. 2. Junger, Fig. 3 reifer Fruchtkörper von *Tulostoma pedunculatum*, p_1 innere, p_2 äußere Peridie; Fig. 2 vergr., Fig. 3 nat. Gr. — Fig. 4 Basidie von *Tulostoma*; 450fach vergr. — Fig. 5. Angeschnittener Fruchtkörper von *Scleroderma vulgare*, *a* Gleba; nat. Gr. — Fig. 6. Fruchtkörper von *Sphaerobolus Carpobolus*; 10fach vergr. — Fig. 7. Fruchtkörper von *Battarea Guicciardiniana*; nat. Gr. — Fig. 1 nach Tulasne, 2 u. 4 nach Schröter, 3, 5—7 Original.

1. Unterordnung. **Plectobasidii.** Gleba nicht in Kammern geteilt oder zwar gekammert, aber die Basidien bilden niemals regelmäßige Hymenien. Zwischen den Basidien verlaufen oft sterile Mycelstränge. Bei der Sporenreife zerfällt die ganze Gleba in eine pulverige Masse oder sie enthält überdies Kapillitiumfasern.

Die Unterordnung der *Plectobasidii* ist kaum eine einheitliche, da sie Formen umfaßt, welche als der Beginn verschiedener Entwicklungsreihen gedeutet werden können. Sie scheint die auf analoger Entwicklungshöhe (geringe Differenzierung der Gleba) stehenden Formen zu umfassen, die zu den verschiedenen Familien der *Eugasteromycetes* hinüberleiten (z. B. *Scleroderma* zu den *Hymenogastraceae*, *Astraeus* und *Tulostoma* zu den *Lycoperdaceae*,

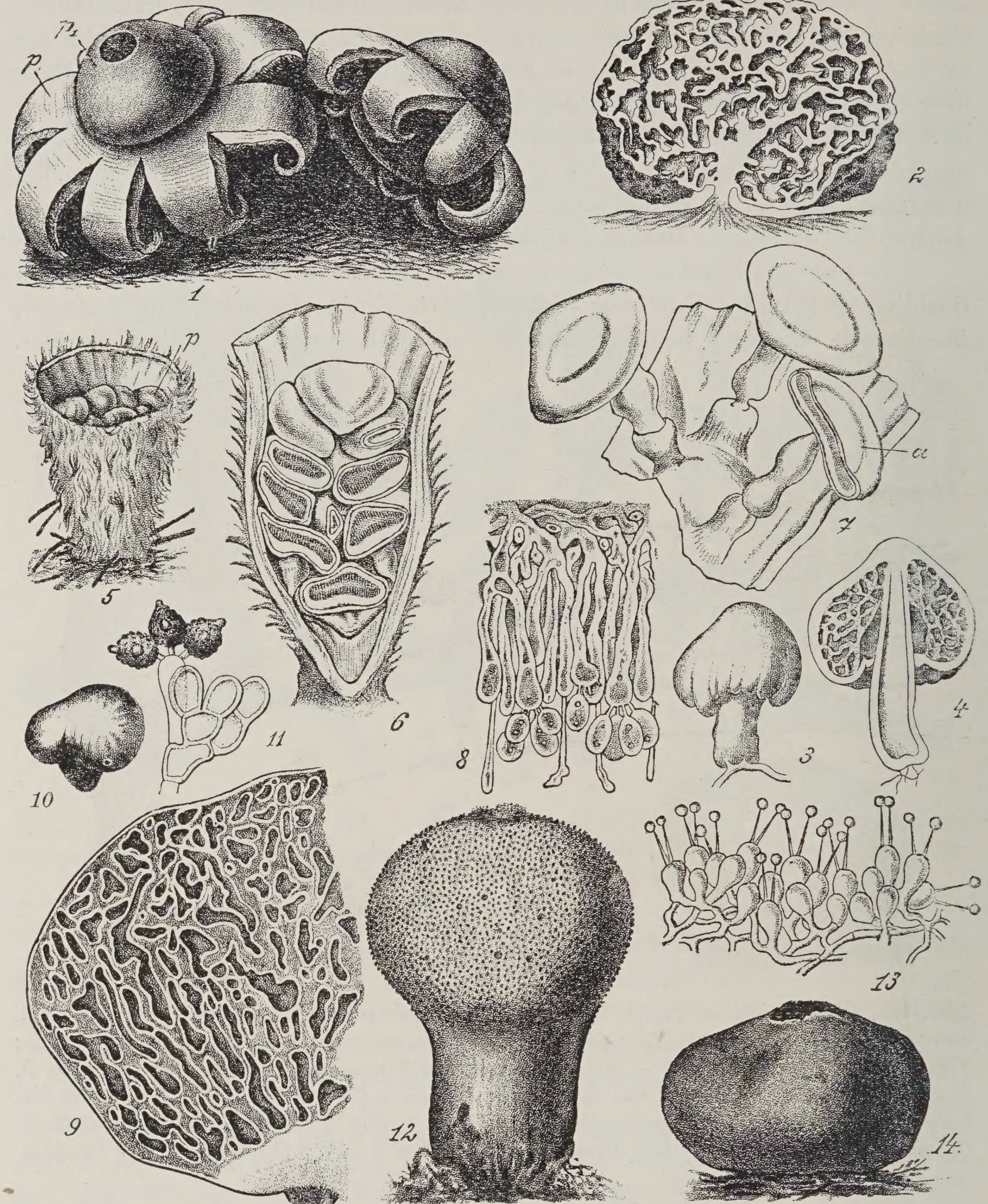


Abb. 164. *Eugasteromycetes.* — Fig. 1. *Geaster fimbriatus*, *p* äußere, p_1 innere Peridie; nat. Gr. — Fig. 2. *Gautiera morchellaeformis*, aufgeschnittener Fruchtkörper; nat. Gr. — Fig. 3. *Secotium erythrocephalum*, Fruchtkörper; nat. Gr. — Fig. 4. Derselbe längsdurchschnitten; nat. Gr. — Fig. 5. *Cyathus striatus*, Fruchtkörper, *p* Peridiolen; 3fach vergr. — Fig. 6. Derselbe, Basalteil, längs durchschnitten; 10fach vergr. — Fig. 7. Derselbe, Stück der Wand mit 3 Peridiolen *a*. — Fig. 8. *Crucibulum vulgare*, Hymenium; stark vergr. — Fig. 9. *Hymenogaster tener*, Stück des Durchschnittes durch einen Fruchtkörper; 3fach vergr. — Fig. 10. Derselbe, Fruchtkörper; nat. Gr. — Fig. 11. Derselbe, Basidie mit Sporen; 450fach vergr. — Fig. 12. *Lycoperdon gemmatum*, Fruchtkörper; nat. Gr. — Fig. 13. Stück eines Hymeniums von *L. excipuliforme*; stark vergr. — Fig. 14. *Bovista nigrescens*; nat. Gr. — Fig. 1 nach Kerner, 2 nach Vittadini, 3, 4, 6, 7, 9—11 nach Tulasne, 8 nach Sachs, die übrigen Original.

Pisolithus zu den *Nidulariaceae*, *Sphaerobolus* zu den *Phallaceae*). Die Unterscheidung der Unterordnung ist daher als eine provisorische zu betrachten.

Scleroderma (Abb. 163, Fig. 1 u. 5) *verrucosum* mit rundlichen Fruchtkörpern, sehr fester, schließlich unregelmäßig aufreißender Peridie und schwärzlicher Gleba, sehr häufig auf Hutweiden u. dgl.; ebenso *S. vulgare*, das als giftig gilt. — *Pompholyx* mit rundlichen Fruchtkörpern, häutiger Peridie und brauner Gleba; *P. sapidum* wird in manchen Gegenden als „weiße Trüffel" verzehrt. — *Pisolithus*, ähnlich, aber mit in „Peridiolen", d. i. rundliche Kammern zerfallender Gleba, z. B. *P. crassipes* und *P. arenarius* auf sandigem Boden; Mycelien Mykorrhiza bildend. — *Astraeus stellatus* (= *Geaster hygrometricus*) mit sternförmig aufreißender äußerer und häutiger innerer Peridie. — *Tulostoma pedunculatum* (Abb. 163,

Abb. 165. *Lycoperdaceae*. — *Lycoperdon caelatum* auf einer Wiese in Tirol; zwei unreife und zwei reife Fruchtkörper. — Nach einer Photographie von A. Mayer.

Fig. 2—4). Äußere Peridie zerfallend, innere schließlich durch einen Stiel emporgehoben; auf sandigem Boden verbreitet. Durch die Entstehung der Sporen an den Seiten der Basidien von den übrigen *Plectobasidii* stark abweichend. — *Sphaerobolus Carpobolus* (Abb. 163, Fig. 6) schleudert schließlich die Gleba dadurch ab, daß sich die innere Schichte der Peridie zusammen mit einem die Gleba ursprünglich umhüllenden „Rezeptakulum" vorstülpt. — *Battarea* (Abb. 163, Fig. 7), der Gattung *Tulostoma* ähnlich, aber der obere Teil der inneren Peridie löst sich schließlich deckelartig ab. Die Stellung der 3 letzterwähnten Gattungen noch unsicher.

2. Unterordnung. **Eugasteromycetes.** Gleba in Kammern geteilt, deren Wände von Hymenien bekleidet sind. Außer dieser Kammerung zeigt die Gleba häufig noch weitergehende Differenzierungen.

1. Familie. **Hymenogastraceae.** Fruchtkörper mehr minder hypogäisch. Gleba ohne axilen Strang, mit regellos angeordneten Kammern.

In Europa Arten der Gattungen *Hymenogaster* (Abb. 164, Fig. 9—11), *Octaviana*, *Rhizopogon*. — Beziehungen zu Familie 3.

2. Familie. **Hysterangiaceae.** Fruchtkörper mehr minder hypogäisch, meist ungestielt. Gleba mit axilem, sterilem Gewebe und radial verlaufenden Kammern.

In Europa z. B. *Gautiera* (Abb. 164, Fig. 2), *Hysterangium*. — In Nordamerika *Phallogaster*. — Beziehungen zu Familie 7.

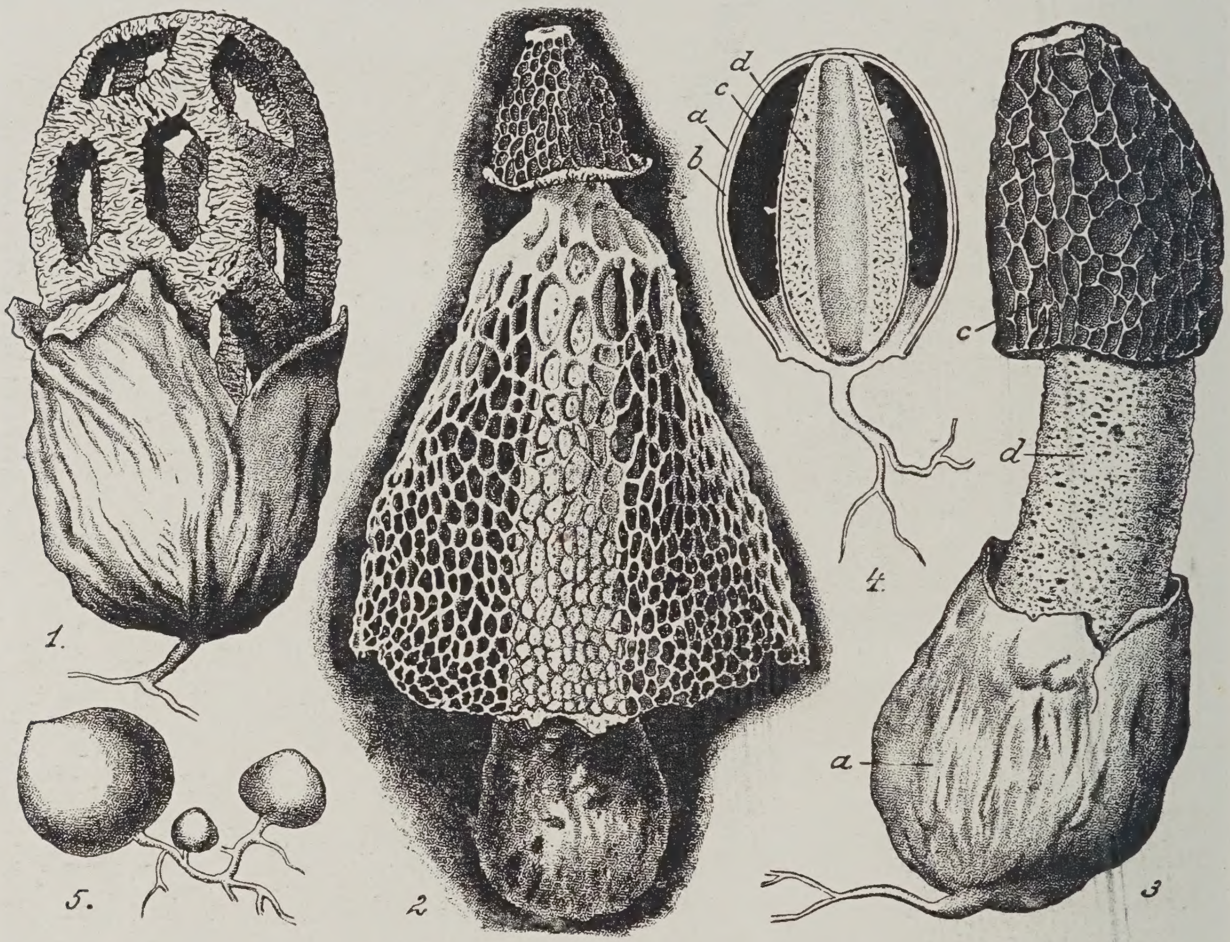


Abb. 166. *Clathraceae* und *Phallaceae*. — Fig. 1. *Clathrus cancellatus*; nat. Gr. — Fig. 2. *Dictyophora phalloidea*; nat. Gr. — Fig. 3. Reifer Fruchtkörper von *Phallus impudicus*; nat. Gr. — Fig. 4. Junger Fruchtkörper desselben, durchschnitten, *a* und *b* Peridie, *c* Gleba, *d* Rezeptakulum; nat. Gr. — Fig. 5. Fruchtkörperanlagen von demselben; nat. Gr. — Original.

3. Familie. **Secotiaceae.** Fruchtkörper epigäisch. Gleba mit axiler Kolumella. Peridie zuletzt im unteren Teile sich ablösend und von der stielartigen Kolumella emporgehoben, wodurch die Fruchtkörper schließlich eine Agaricaceen-ähnliche Form erhalten.

Verhältnismäßig wenig gekannte, größtenteils außereuropäische, tropische und subtropische Pilze (vgl. Abb. 164, Fig. 3 u. 4). — Vielleicht von ganz anderer Herkunft, wie die anderen *Gasteromycetes* und mit den *Hymenomycetes*, speziell *Agaricaceae* verwandt.

4. Familie. **Podaxaceae.** Der vorigen Familie nahestehend.

Hauptsächlich in Trockengebieten tropischer und subtropischer Zonen. — *Podaxon*, *Chainoderma;* einzelne Arten Termitenbauten bewohnend.

5. Familie. **Lycoperdaceae.** Fruchtkörper über den Boden hervorkommend; Peridie zweischichtig. Gleba bei der Reife in eine pulverige Masse zerfallend, welche aus Sporen und Kapillitiumfasern (Reste der Kammerwände oder freie, die Kammern durchsetzende Fasern) besteht.

Lycoperdon (Stäubling, Staubpilz). Kapillitiumfasern gleichmäßig dick. Äußere Peridie bei der Reife zerfallend, innere sich schließlich durch ein apikales Loch öffnend oder unregelmäßig zerreißend. Viele Arten auf Wiesen, faulendem Holze etc. Im jugendlichen Zustande genießbar: *L. (Globaria) Bovista* mit kugeligen, großen, bis zu $^1/_2$ *m* im Durchmesser haltenden Fruchtkörpern, *L. caelatum* (Abb. 165) mit kreiselförmigen, kleineren Fruchtkörpern, *L. gemmatum* (Abb. 164, Fig. 12). Das Kapillitium war früher als blutstillendes Mittel („Fungus chirurgorum") offizinell und wird jetzt noch vielfach als Volksheilmittel verwendet. — *Bovista.* Kapillitiumfasern mit sich verjüngenden Ästen. *B. plumbea* u. a. (Abb. 164, Fig. 14) häufig auf Wiesen. — *Geaster*, „Erdstern". Äußere Schichten der Peridie sternförmig aufreißend, innere Schichten durch ein oder mehrere Löcher sich öffnend. Verbreitete Arten: *G. coronatus*, *rufescens*, *fimbriatus* (Abb. 164, Fig. 1). — *Broomeia* mit zahlreichen, einem Stroma eingebetteten Fruchtkörpern, in Afrika und Amerika; vielleicht Repräsentant einer eigenen Familie.

Abb. 167. *Phallus impudicus.* — Verbreitung der Sporen durch Dipteren. — Verkl. — Nach Photographie von F. Wettstein.

6. Familie. **Nidulariaceae.** Fruchtkörper epigäisch, im Innern mit vom Hymenium ausgekleideten Kammern, die bei der Sporenreife von harten Gewebeschichten umgeben sind und als voneinander isolierte Körper (Peridiolen) in der dann becherförmigen Peridie liegen.

Crucibulum vulgare und *Cyathus striatus* auf Erde und morschem Holze verbreitet (Abb. 164, Fig. 5—7).

7. Familie. **Chlathraceae.** Das Innere des anfangs geschlossenen Fruchtkörpers enthält einen sterilen Teil, das Rezeptakulum und ein labyrinthartig gekammertes fertiles Gewebe. Im reifen Zustande tritt das Rezeptakulum über die innen schleimige Peridie heraus und trägt die zu einer breiigen Masse zerfließende Gleba. Verbreitung der Sporen durch Insekten, welche durch aasartige oder süßliche Düfte und vielfach lebhafte Farben angelockt werden („Pilzblumen").

Vorherrschend in wärmeren Gebieten. *Clathrus cancellatus* (Abb. 166, Fig. 1) mit rotem, gitterförmigen Rezeptakulum, in Südeuropa, England, Holland und Nordamerika, vereinzelt in Mitteleuropa, gilt als giftig; tropische Gattungen: *Aseroë*, *Clathrella* u. a.

8. Familie. ***Phallaceae.*** Wie vorige Familie, aber Rezeptakulum zylindrisch, am Ende oft mit einem hutförmigen Teile. Gleba diesem Teile des Rezeptakulum außen aufliegend. Sporenverbreitung durch Insekten (Abb. 167).

In Europa: *Mutinus caninus*, *Phallus impudicus* (Abb. 166, Fig. 3—5), die „Stink-" oder „Giftmorchel". — In den Tropen verbreitet: *Dictyophora phalloidea* (Abb. 166, Fig. 2) mit eigentümlicher netzartiger Erweiterung des Rezeptakulums.

Anhang. Fungi imperfecti.

Es gibt zahlreiche Pilze, von denen man nach ihrem morphologischen Baue und ihrem physiologischen Verhalten sagen kann, daß sie als Entwicklungsstadien oder Nebenfruchtformen zu anderen Pilzen gehören dürften, deren systematische Einreihung aber, so lange man diese Zugehörigkeit nicht nachweisen kann, nicht möglich ist, die daher am besten anhangsweise in eine provisorische Gruppe vereinigt werden. Die meisten dieser Formen dürften zu den Ascomyceten gehören; bei manchen ist es wahrscheinlich, daß sie die Fähigkeit der Ascosporenbildung überhaupt eingebüßt haben.

Es lassen sich einige leicht kenntliche Gruppen bilden, die nach dem Gesagten geradeso wie viele Gattungen auf Natürlichkeit des Systems keinen Anspruch erheben können.

1. Gruppe. **Hyphomycetes.** (Abb. 168, Fig. 3—12.) Konidien an einzelnen fädigen Konidienträgern oder Oidien oder Chlamydosporen.

Wichtigere Pflanzenschädlinge: *Macrosporium Solani* („Dürrfleckenkrankheit" der Kartoffeln), *Cercospora beticola* („Blattschwärze" der Runkelrübe), *C. Apii* (Blattflecken auf Möhre, Sellerie u. a.), *Fusarium vasinfectum* („Gefäßbrand" der Hülsenfrüchte). *Cephalothecium roseum* (Bitterfäule der Birnen und Äpfel), *Mycogone perniciosa* und *Verticilliopsis infestans* (Schädlinge der Champignonkulturen); *Ramularia* (Abb. 168, Fig. 4), *Ovularia*, *Cladosporium*, *Helminthosporium*, *Alternaria*, *Heterosporium* u. a.

Einige hierher gehörende Pilze treten als Ursache sogenannter „Dermatomykosen" parasitisch auf der menschlichen Haut auf. Dieselben wachsen auf relativ trockenen Substraten oft zu typischen Mycelien aus, zerfallen aber auf feuchten Substraten leicht in sich abrundende Einzelzellen, die als vegetative Fortpflanzungsorgane fungieren; ebenso kommt Sproßzellenbildung vor. *Oospora Schœnleinii* (= *Achorion Schœnleinii*), Ursache des Favus, *O. furfur* (= *Mikrosporon furfur*), Ursache der Pityriasis, *O. tonsurans* (= *Trichophyton tonsurans*), Ursache des Herpes tonsurans etc. Auch der „Soorpilz" (*O. albicans*, auch als *Oidium albicans* und *Saccharomyces albicans* bezeichnet), die Ursache des Soor, dürfte vorläufig am besten noch hierher gestellt werden.

2. Gruppe. **Melanconieae.** (Abb. 168, Fig. 2) Konidien auf Konidienlagern, die zuletzt ganz freiliegen.

Wichtigere Pflanzenschädlinge: *Gloeosporium fructigenum* (Bitterfäule der Äpfel und Birnen), *G. caulivorum* („Anthraknose" des Klees), *G. ampelophagum* („Schwarzer Brenner" der Reben), *G. Lindemuthianum* (Abb. 168, Fig. 2) („Fleckenkrankheit" der Bohnenhülsen), *Colletotrichum oligochaetum* („Krätze" der Gurken), *Cylindrosporium*, *Pestalozzia* u. a.

3. Gruppe. **Sphaeropsideae.** (Abb. 168, Fig. 1.) Konidien in Pykniden oder kammerartigen Höhlungen gebildet.

Wichtigere Pflanzenschädlinge: *Ascochyta Pisi* („Fleckenkrankheit“ der Erbsenhülsen), *Phoma oleracea* (Abb. 168, Fig. 1) („Stengelfäule“ des Kohles), *Septoria Petroselini* (Blattflecken der Petersilie), *Actinonema Rosae* („Sternrußtau“ der Rosen), *Sphaeropsis Pseudodiplodia* (auf Äpfeln); *Diplodia, Hendersonia* u. a.

Abb. 168. *Fungi imperfecti.* — Fig. 1 *Sphaeropsideae*, Fig. 2 *Melanconieae*, Fig. 3—12. *Hyphomycetes.* — Fig. 1. *Phoma oleracea.* — Fig. 2. *Gloeosporium Lindemuthianum.* — Fig. 3. *Cosmariospora Bizzozeriana.* — Fig. 4. *Ramularia Hellebori.* — Fig. 5. *Arthrosporium albicans.* — Fig. 6. *Torula antennata.* — Fig. 7. *Stysanus caput Medusae.* — Fig. 8. *Periconia pycnospora.* — Fig. 9. *Macrosporium trichellum.* — Fig. 10. *Triposporium ficinusium.* — Fig. 11. *Helicoma larvale.* — Fig. 12. *Mastigosporium album.* — Alle Fig. stark vergr. — Nach Lindau.

B. An Symbiose mit Algen angepaßte Pilze, Lichenes, Flechten[61]).

Thallus von sehr verschiedenem Baue, entweder aus einem, wie bei den meisten anderen Pilzen, im Innern des Substrates lebenden Mycelium bestehend (hypophlöodischer Thallus, wenn im Innern von Pflanzenteilen; endolithisch, wenn im Innern von Gesteinen) oder mehr oder minder über das Substrat hervortretend (epiphlöodisch, bzw. epilithisch) und mit letzterem durch einzelne Hyphen oder Hyphenstränge (Rhizoiden) verbunden. Im letzteren Falle nimmt der Thallus sehr verschiedene und meist sehr regelmäßige Formen an; er wird krustenförmig (Krustenflechten, Abb. 172), blatt- oder bandartig (Laubflechten, Abb. 174) oder endlich stiel- oder strauchförmig (Strauchflechten, Abb. 175 u. 171, Fig. 1); dabei besitzt er gallertige, lederartige oder fleischig-brüchige Konsistenz und weist die verschiedensten, oft bunte Farben auf. Auch in anatomischer Hinsicht zeigt er recht verschiedenen Bau; er besteht in den einfachsten Fällen aus einem nicht weiter differenzierten Mycelium, weist jedoch zumeist eine Gliederung in dichteres, festeres Hautgewebe (Rindenschicht, Abb. 169, Fig. 2) und ein lockeres Grundgewebe (Markschichte, Abb. 169, Fig. 2) auf, in einzelnen Fällen ist ein deutliches, aus dickwandigen Hyphen bestehendes, der Länge nach verlaufendes Stranggewebe vorhanden *(Usnea)*. Im Innern

---

[61]) Vgl. bezüglich der allgemeinen Morphologie: Fünfstück E. in Engler u. Prantl, Natürl. Pflanzenfam., 1. Teil, Abt. 1 (1898) und die dort zitierte Literatur; ferner Baur E., Zur Frage n. d. Sexual. d. *Collemac.* Ber. d. d. bot. Ges., 1898; Üb. Anl. u. Entw. einig. Flechtenapoth., Flora, 1901; Unters. üb. d. Entw. d. Flechtenapoth. Bot. Zeitg., 1904. — Glück H., Entw. z. ein. vergl. Morph. d. Flechtenspermog. Verh. d. naturh.-med. Ver. Heidelberg., N. F., VI. Bd., 1898—1901. — Darbishire O. V., Üb. d. Apotheciumentw. v. *Physcia pulver.* Jahrb. f. w. Bot., XXXIV., 1900. — Steiner J., Üb. d. Funkt. u. d. syst. Wert d. Pyknokon. Festschr. d. Staatsgymnas. im VIII. Bez. Wien, 1901. — Fünfstück M., Der gegenw. Stand der Flechtenk. Ber. d. d. bot. Ges., 1902. — Mezger O., Unters. üb. d. Entw. d. Flechtenfr. in Fünfstück, Beitr. z. wissensch. Bot., V., 1903. — Wolff G. P., Beitr. z. Entwicklungsgesch. d. Flechtenapoth., Flora, 1905. — Nienburg W., Beitr. z. Entwicklungsgesch. einig. Flechtenapoth., Flora, 1907. — Bachmann E., Der Thallus d. Kalkfl., Ber. d. d. bot. Ges., XXXI., 1913. — Lindau G., Die Flechten, 1913. — Bezüglich der Stoffwechselprodukte: Zopfs und Hesses Arbeiten in Liebigs Annal. d. Chemie, CCLXXXIV., CCXLV., CCXLVII., CCC. Bd. etc.; ferner Zopf W., Die Flechtenstoffe in chem., bot., pharmak. u. techn. Beziehung, 1907; A. L. Smith, Lichens. Cambridge, 1921. — Bezüglich der Systematik: Körber G. W., Systema Lichenum Germaniae, 1855. — Nylander W., Synopsis method. Lichen., 1858—1860. — Stizenberger E., Lichenes Helvetici, 1880—1882. — Arnold F., Die Lichenen des fränkischen Jura, 1884—1885. — Tuckerman E., Synopsis of the N. Am. Lich., 1882 bis 1888. — Olivier H., Exposé syst. et descr. des Lichens de la France, 1897. — Jatta A., Sylloge Lichen. ital., 1900. — Hue A. M., Lich. extra-europ. a plurib. collect. ad Mus. Par. missi. Nouv. Arch. Mus. Paris, 1898—1901 und Lichenes morphologice et anatomice descripsit, ebendaselbst, 1912. — Zahlbruckner A. in Engler u. Prantl, Natürl. Pflanzenfam., I. T., Abt. 1*, 1903—1907 und die reichen Literaturzitate daselbst; Catalog. Lichen. univers. Leipzig, 1921. — Harmand J., Lich. d. France, 3 part., 1905—1908. — Elenkin A. A., Lich. florae Ross. med. I., 1906. — Olivier H., Lich. d'Europe. Mem. soc. sc. nat. Cherbourg, XXVII., 1907 (Beginn). — Lynge B., Index spec. et var., quae collect. „Lich. exs." distrib. sunt. N. Mag. Naturv., LIV., 1916 u. Forts. — Smith A. L., A Monograph of the British Lichens. 2 Bde., 1911—1918.

des Thallus, und zwar zumeist in bestimmten Schichten (heteromerischer Thallus), seltener gleichmäßig verteilt (homöomerischer Thallus), finden sich „Algen" (Abb. 169, Fig, 1—5, *a*), welche den verschiedensten systematischen Gruppen (*Schizophyceae*, und zwar *Chroococcales* und *Gloeosiphonales*;

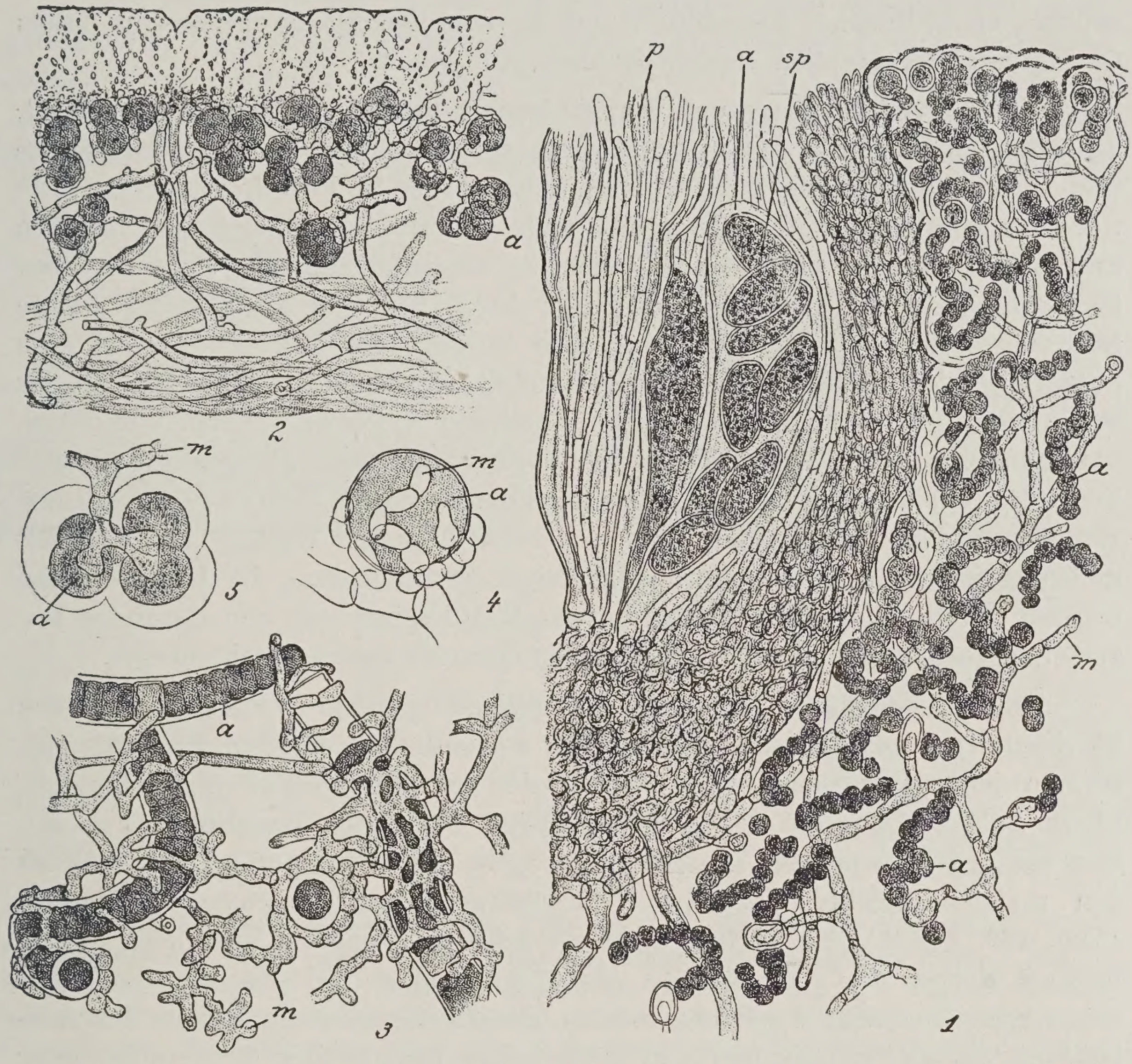


Abb. 169. Flechten, Bau des Thallus und der Apothecien. — Fig. 1. *Physma* (*Plectospora*) *minutula*. Schnitt durch den Rand eines Apotheciums; *a* (rechts unten) Gonidien, *a* (oben) Ascus, *sp* Sporen, *p* Paraphysen, *m* Mycelfäden; 500fach vergr. — Fig. 2. Querschnitt durch den Thallus von *Cladonia furcata*; 330fach vergr. — Fig. 3. Stück aus dem Thallus von *Stereocaulon ramulosum*; 650fach vergr. — Fig. 4. *Cladonia furcata*. Isolierte Gonidie *a* mit daran haftenden Hyphen *m*; 950fach vergr. — Fig. 5. *Synalissa ramulosa*. Isolierte Gonidien *a* mit daran haftender Hyphe *m*; 950fach vergr. — In Fig. 2—5 bedeutet *a* Gonidien, *m* Mycelfäden. — Nach Bornet.

Chlorophyceae, und zwar *Pleurococcaceae*, *Chroolepidaceae* u. a.) angehören und als Bestandteile des Flechtenthallus Gonidien genannt werden. In jeder Flechte findet sich in der Regel nur eine bestimmte Algenart. Die Verbindung der Hyphen der Markschichte mit den Algenzellen ist zumeist eine sehr innige, indem die ersteren sich den letzteren entweder innig anschmiegen

(Abb. 169, Fig. 4) oder geradezu Haustorien in das Innere derselben entsenden (Abb. 169, Fig. 5). Der Thallus der meisten Flechten zeigt ein lange andauerndes, dabei langsames Wachstum; er vermag Perioden vollständiger Vegetationsruhe (Kälte, Trockenheit) zu überdauern, um sich nach denselben wieder weiter zu entwickeln. Eine Eigentümlichkeit vieler, besonders endolithischer Flechten ist das Vorkommen blasig erweiterter, fettes Öl enthaltender Hyphen (Sphäroidzellen, Ölhyphen).

Die Fortpflanzung und Vermehrung erfolgt auf verschiedene Art. Zunächst findet sich Soredien-Bildung als eine den Flechten eigentümliche und ihren ökologischen Verhältnissen entsprechende Fortpflanzungsart. Die Soredien sind Gonidienballen, welche sich, von Hyphen umsponnen, loslösen und mit diesen an geeigneten Stellen zu neuen Thallomen heranwachsen können. Die Soredien werden entweder durch Risse in der Rindenschichte frei oder indem ganze Thallusteile sich in Soredien auflösen und in eine pulverige oder körnige Masse umgewandelt werden; ihre Bildung ist der Fragmentation des Thallus, wie sie bei anderen Algen und Pilzen vorkommt, vollkommen analog. Manchmal ist die Soredienbildung auf bestimmt gebaute Teile des Thallus beschränkt, diese Teile nennt man Sorale. Loslösung berindeter Thallusstücke nennt man Isidien-Bildung. Wichtig für die Vermehrung ist auch die Areolierung krustiger Steinflechten; die Lagerschollen werden durch sekundäres Wachstum der Markhyphen von der Unterlage losgelöst, verschleppt und bilden den Ausgangspunkt neuer Flechtenlager.

Auch regelmäßig gestaltete Fortpflanzungsorgane werden von den Flechtenpilzen gebildet und stimmen im wesentlichen mit den Fruchtkörperformen jener Pilzgruppe, von welcher der betreffende Pilz abzuleiten ist, überein. Sie zeigen bei den wenigen bisher bekannten Basidiolichenen den Bau der Fruchtkörper der *Thelephoraceae* (Abb. 176); sie stimmen bei weitaus den meisten Flechten mit den Fruchtkörpern der Ascomyceten überein (Abb. 169, Fig. 1). Sie stehen dann als schüssel-, warzen- krug- oder wulstförmige Körper auf dem Thallus (Apothecium — bei den Discolichenen) und tragen im reifen Zustande auf der Oberfläche oder im Innern der Aushöhlung ein aus Schläuchen und Paraphysen bestehendes Hymenium, oder sie stellen ringsum geschlossene, nur schließlich apikal sich öffnende Gebilde im Innern des Thallus dar (Perithecium — bei den Pyrenolichenen). Ab und zu finden sich auch in den Hymenien Gonidien (Hymenialgonidien), die dann zugleich mit den Askosporen zur Verbreitung gelangen.

Bei manchen Flechten kommen die Apothecien auf eigenen, von dem Thallus in der Form abweichenden Trägern (Podetium) vor (Abb. 175, Fig. 8 u. 9 *p*).

Bei einer größeren Anzahl von Ascolichenen wurde ein Befruchtungsvorgang festgestellt, welcher mit jenem Vorgange übereinstimmt, der bei den Ascomyceten als Typus III bezeichnet wurde (vgl. S. 193). Es bilden sich weibliche Hyphen (Askogonium), welche mit einem über den Thallus hervorragenden Trichogyn (Abb. 129, Fig. 1) enden. Zu gleicher Zeit werden

in eingesenkten oder oberflächlich sitzenden, meist kugeligen oder eiförmigen Spermogonien (Abb. 170) winzige Spermatien gebildet, welche sich den Trichogynen anlegen. Nach der Befruchtung entstehen aus dem Askogonium askogene Hyphen, welche genau so wie bei den Ascomyceten Asci liefern.

Bei anderen Flechten wurde dagegen nachgewiesen, daß aus den Askogonen ohne Befruchtung die Asci entstehen; manche dieser Formen entbehren auch der Spermogonien. In diesen Fällen scheint also Apogamie eingetreten zu sein. Ob die Mehrzahl der Flechten heute noch Befruchtung besitzt oder apogam ist, läßt sich noch nicht entscheiden. Es scheint, daß bei den primären

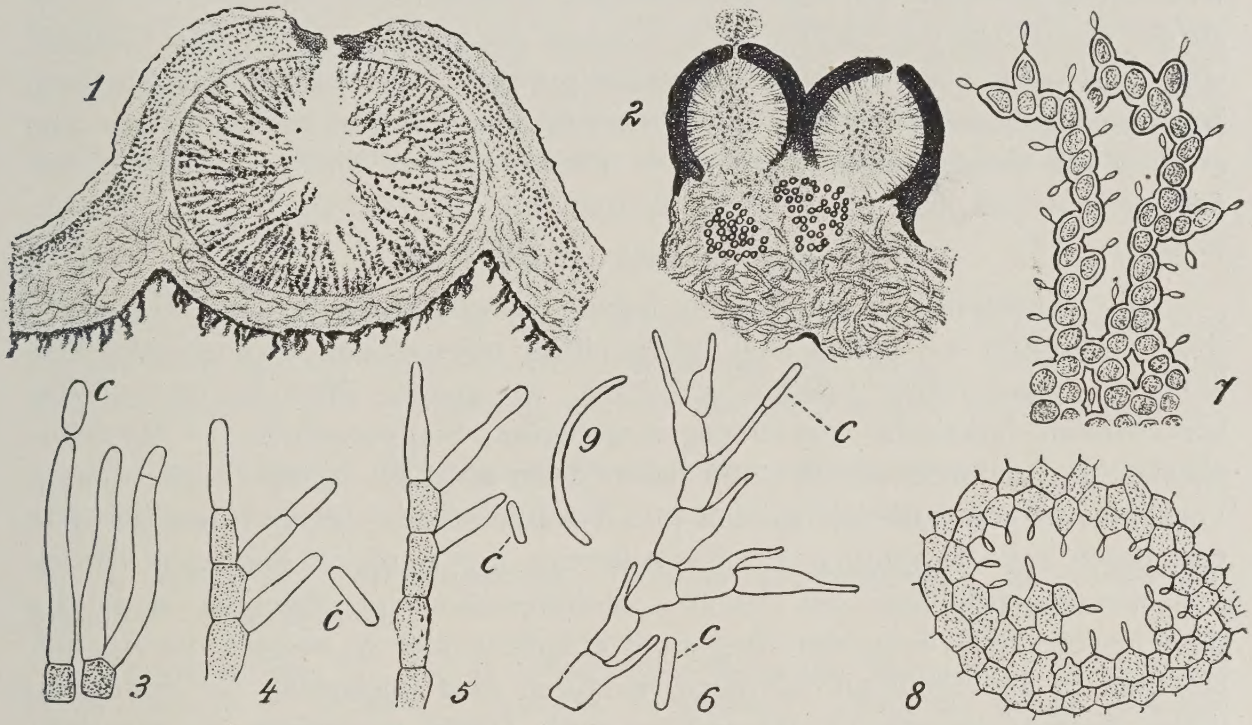


Abb. 170. Flechtenspermogonien, bezw. Pykniden und Bildung der Spermatien, bezw. Pyknokonidien. — Fig. 1. Eingesenkte Pyknide von *Sticta herbacea*; 48fach vergr. — Fig. 2. Freistehende Pykniden von *Plastysma fahlunense*; 192fach vergr. — Fig. 3—8. Verschiedene Typen der Pyknokonidienbildung, schematisch; Fig. 3 *Peltigera*-Typus; Fig. 4 *Psora*-Typus; Fig. 5 *Cladonia*-Typus; Fig. 6 *Parmelia*-Typus; Fig. 7 *Sticta*-Typus; Fig. 8 *Endocarpon*-Typus; *c* bedeutet in allen Fällen Pyknokonidie. — Fig. 9. Pyknokonidie des *Placodium*-Typus. — Nach Glück.

Typen einer Reihe Sexualität stets vorhanden ist und daß sich diese bei der Weiterentwicklung allmählich verliert.

Mit dieser Entscheidung hängt aber die definitive Bezeichnung jener bei den Flechten sehr verbreiteten Bildungen zusammen, welche im Bau ganz mit den Spermogonien übereinstimmen und spermatienähnliche Zellen entwickeln. Mit Rücksicht darauf, daß in mehreren Fällen nachgewiesen wurde, daß diese Zellchen keimfähig sind (was übrigens ihre Herkunft von Spermatien nicht ausschließt), hat man sie als Pyknokonidien und die sie ausbildenden Organe als Pykniden bezeichnet. Es dürfte auch zweckmäßig

sein, diese Ausdrücke so lange festzuhalten, bis in jedem einzelnen Falle die Sexualität festgestellt wurde.

Eine Übersicht über die verschiedenen, auch in systematischer Hinsicht wichtigen Typen der Pyknokonidienbildung bietet Abb. 170.

Nur bei wenigen Flechten sind schimmelartige Konidienträger, Oidium- und Chlamydosporenbildung beobachtet worden. Den Pyknokonidien ähnliche, aber durch bedeutendere Größe auffallende Bildungen werden als Stylosporen bezeichnet.

Eine Eigentümlichkeit mancher, besonders Urgebirgsgesteine bewohnender Flechten ist die Ausscheidung ockerfarbiger Eisenverbindungen an der Oberfläche des Thallus (z. B. *Lecidea silacea* u. a.). Für viele Flechten sind bestimmte organische Stoffwechselprodukte überaus charakteristisch. Zu diesen gehören vor allem die Flechtensäuren, von denen bereits eine große Zahl nachgewiesen wurde. Die Flechtensäuren sind sehr häufig lebhaft gefärbt und ihre Abscheidung bedingt mit die Färbung vieler Flechtenthallome.

Die Flechten sind in großer Formenmannigfaltigkeit über die ganze Erde verbreitet; sie finden sich infolge ihrer eigenartigen ökologischen Verhältnisse insbesondere vielfach an Orten, wo andere Pflanzen fehlen oder zurücktreten (arktische und Hochgebirgsregion, Steppengebiete — Gesteinsoberfläche, Baumborken etc.) und fallen dann auch oft infolge massenhaften Vorkommens sehr auf. Sie spielen in der Natur oft eine große Rolle, da viele von ihnen ganz wesentlich zur Verwitterung der Gesteine beitragen. Durch Ausscheidungsprodukte der Hyphen steinbewohnender Flechten wird die Gesteinsoberfläche entweder überhaupt aufgelöst oder es werden die Hyphen befähigt, in den Stein einzudringen, wodurch eine Lockerung der oberflächlichen Partien desselben herbeigeführt wird. Direkt schädliche Flechten gibt es kaum, dagegen sind manche genießbar, andere liefern Farbstoffe oder sind als Nahrungsmittel für Tiere in arktischen Gebieten (z. B. *Cladonia rangiferina,* die Renntierflechte) oder endlich infolge medizinischer Verwendbarkeit von Bedeutung[62]).

In den meisten älteren Pflanzensystemen wurden die Flechten als eine selbständige, den „Algen“ und „Pilzen“ gleichwertige Pflanzengruppe hingestellt. Infolge des Nachweises, daß die Gonidien Algen sind, die selbständig vollkommen lebensfähig sind, daß die Flechten mit den verschiedenen Pilztypen in den wesentlichsten Merkmalen vollständig übereinstimmen, wurde es klar, daß wir es hier nicht mit einer einheitlichen, selbständigen Pflanzengruppe zu tun haben, sondern mit Pilzen, welche sich einer bestimmten Art der Ernährung angepaßt haben, indem sie die organische Nahrung von assimilierenden Algen erhalten. Es handelt sich dabei nicht um einen einfachen Parasitismus, da die Algen nicht getötet, sondern bloß ausgenützt werden und diese Ausnützung auch für sie von einem gewissen Vorteile ist (Möglichkeit des Vorkommens an relativ trockenen Standorten). Man hat deshalb dieses ernährungsphysiologische Verhältnis, welches indes noch nicht den Zustand eines

---

[62]) Vgl. Schiffner V., Die Nutzpflanzen unt. d. Flecht. Naturw. Wochenschr., N. F., VIII., 1909.

physiologischen Gleichgewichtes erhalten hat und Schwankungen unterliegt, als einen Fall von Symbiose bezeichnet.

Was die Stellung der Flechten im Systeme anbelangt, so ist es zunächst klar, daß sie eine polyphyletische Organismengruppe darstellen: Pilze der verschiedensten Gruppen haben sich an die erwähnte Lebensweise angepaßt, um sich dann allerdings weiterhin selbständig zu entwickeln; die Folge davon ist, daß die Gruppe der Flechten in ihrer Gesamtheit etwas entwicklungsgeschichtlich nicht Einheitliches ist, daß dagegen kleinere Gruppen derselben, wie einzelne Familien, Gattungen etc. genetisch einheitliche Formenkreise darstellen können. Wenn es möglich wäre, für die natürlichen Formenkreise die systematische Zugehörigkeit des Ausgangspilzes derselben festzustellen, dann wäre es das Richtigste, die ganze Gruppe in diese phylogenetisch einheitlichen Reihen aufzulösen und diese an den entsprechenden Stellen des Pilzsystems einzufügen[63]). Dies ist aber heute noch nicht möglich. Es bleibt daher nichts anderes übrig, als die Flechten vorläufig noch als eine provisorische Gruppe von Pilzen mit eigentümlichen Ernährungsverhältnissen fortbestehen zu lassen; erleichtert wird dieser Standpunkt durch eine Reihe morphologischer Eigentümlichkeiten der Flechten (Thallusbau). Das im nachstehenden wiedergegebene System ist dasjenige, welches am meisten dem heutigen Stande der Kenntnisse Rechnung trägt[64]). Eine Anzahl von Familien von geringerer Bedeutung ist hier weggelassen.

1. Gruppe. **Ascolichenes.**

Flechten, deren Pilze in den Fortpflanzungsorganen (Apothecien oder Perithecien), speziell im Baue des Hymeniums mit jenen von Ascomyceten übereinstimmen; das Hymenium besteht aus Schläuchen und Paraphysen.

1. Untergruppe. ***Pyrenolichenes.*** Fruchtkörper (Perithecium) lange geschlossen bleibend, schließlich mit einem Loche sich öffnend.

1. Familie. ***Verrucariaceae.*** Thallus krustenförmig, heteromerisch. Gonidien: *Pleurococcus.*

Verrucaria (Abb. 171, Fig. 4), Fruchtkörper eingesenkt, Sporen einzellig; häufig auf Felsen, Steinen: *V. calciseda, V. rupestris, V. muralis.* — *Thelidium*; Sporen zweizellig; zahlreiche Arten auf Felsen. — *Staurothele, Polyblastia*; Sporen mauerartig-vielzellig.

2. Familie. ***Dermatocarpaceae.*** Thallus laubartig. Gonidien: *Pleurococcus.*

Dermatocarpon miniatum (Abb. 171, Fig. 3 u. 5) an Felsen und Steinen, besonders an zeitweise benäßten; *D. fluviatile* in Bächen und an feuchten Felsen.

3. Familie. ***Pyrenulaceae.*** Thallus krustenförmig. Gonidien: *Trentepohlia.*

Pyrenula; Sporen gefärbt; z. B. *P. nitida* auf Rinden. — *Arthopyrenia* mit ungefärbten Sporen, z. B. *A. gemmata* und *A. punctiformis* auf Baumrinden, *A. conoidea* an Steinen. — *Porina, Pseudopyrenula.*

---

[63]) Vgl. Lindau G., Die Beziehungen der Flechten zu den Pilzen. Hedwigia, Bd. XXXIV.

[64]) Vgl. Zahlbruckner A. in Engler A., Syllabus der Pflanzenfam. Gr. Ausg. 2. Aufl., 1898, und insbesondere in Engler A. und Prantl K., Die natürl. Pflanzenfam., I. Teil, Abt. 1*. — In Anbetracht der oben charakterisierten Natur des Flechtensystemes ist es von geringer Bedeutung, daß die Reihenfolge *Pyrenolichenes — Discolichenes* nicht der Aufeinanderfolge der Pilzgruppen der *Discomycetes* und *Pyrenomycetes* im Pilzsysteme entspricht.

4. Familie. ***Strigulaceae.*** Thallus kleine Rosetten bildend, mit *Cephaleuros-* und *Phyllactidium*-Gonidien, vorherrschend auf perennierenden Blättern in den Tropen.

Strigula, Phylloporina.

Abb. 171. Flechten. — Fig. 1. *Sphaerophorus coralloides*; nat. Gr. — Fig. 2. Längsschnitt durch ein halbreifes Apothecium; etwas vergr. — Fig. 3. *Dermatocarpon miniatum*; nat. Gr. — Fig. 4. Thallus von *Verrucaria calciseda* mit Perithecien, auf einem Steine; nat. Gr. — Fig. 5. Längsschnitt durch ein Perithecium von *Dermatocarpon*; vergr. — Fig. 1, 3, 4 Original, Fig. 2 u. 5 nach Tulasne.

5. Familie. ***Pyrenidiaceae.*** Thallus homöomerisch. Gonidien: *Nostoc* oder *Scytonema.*

Pyrenidium, auf Felsen und Steinen in England.

2. Untergruppe. **Discolichenes.** Fruchtkörper (Apothecium) den Bau der Discomyceten-Fruchtkörper aufweisend.

***A.* Coniocarpineae.** Apothecien meist kugelig, zuletzt geöffnet. Paraphysen über die Asci hinauswachsend und dort ein Netzwerk bildend. Die Sporen bilden eine lange haften bleibende Masse („Mazädium"). Pilze mit den *Protocaliciaceae* (S. 202) übereinstimmend.

1. Familie. ***Caliciaceae.*** Thallus krustenförmig; Fruchtkörper kugelig, gestielt.

Sporen kugelig, ungeteilt: *Sphinctrina* mit kurz gestielten Apothecien auf anderen Flechten, z. B. *S. turbinata.* — *Chaenotheca* (z. B. *Ch. acicularis* auf Baumrinden) und *Coniocybe* (z. B. *C. nivea* auf Baumstämmen, *C. furfuracea* auf Wurzeln, Erde u. dgl.) mit langgestielten Apothecien. — Sporen länglich, septiert: *Calicium* (Abb. 172, Fig. 4) (z. B. *C. hyperellum* und *C. lenticulare* auf Rinde und Holz) mit langgestielten Apothecien. Mehrere Arten ohne krustenförmigen Thallus, z. B. *C. parietinum.*

2. Familie. ***Cypheliaceae.*** Thallus krustenförmig; Fruchtkörper sitzend.

Cyphelium; verbreitet ist *C. tigillare* auf trockenem Holze. — *Tylophoron.*

3. Familie. ***Sphaerophoraceae.*** Thallus strauchförmig; Fruchtkörper anfangs eingeschlossen, später durchbrechend.

Sphaerophorus coralloides (Abb. 171, Fig. 1) besonders in gebirgigen Gegenden an Baumstrünken, Felsen und Erde, mit stielrunden Thallusästen; *Sph. compressus* mit flachen Ästen.

B. **Graphidineae.** Apothecien langgestreckt, asymmetrisch oder eckig, nur selten rund. Paraphysen mit den Sporen kein „Mazädium" bildend. Pilze den *Hysteriineae* (S. 202) und *Phacidiineae* (S. 202) ähnlich.

1. Familie. ***Arthoniaceae.*** Thallus krustenförmig. Apothecien sehr verschieden geformt, unberandet.

Arthonia mit zahlreichen, stein- oder rindenbewohnenden Arten, insbesondere in tropischen oder subtropischen Gebieten. — *Arthothelium.*

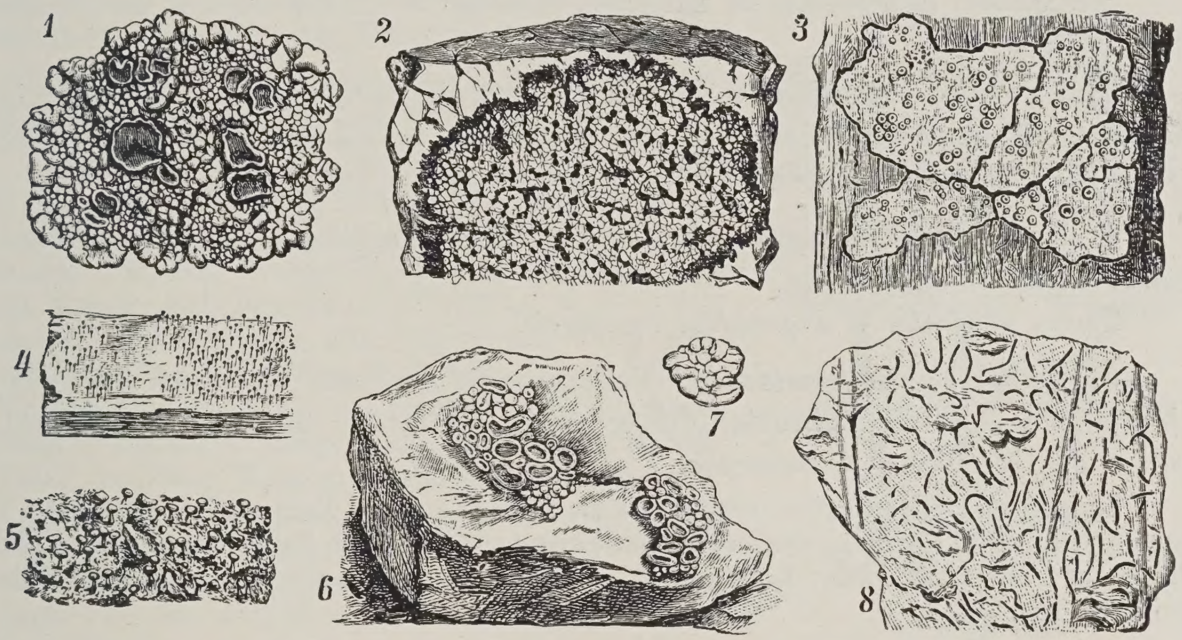


Abb. 172. Flechten. — Fig. 1. *Ochrolechia tartarea.* — Fig. 2. *Rhizocarpon geographicum.* — Fig. 3. *Lecanora subfusca.* — Fig. 4. *Calicium.* — Fig. 5. *Baeomyces roseus.* — Fig. 6. *Lecanora esculenta.* — Fig. 7. Dieselbe, losgelöster und abgerundeter Thallus. — Fig. 8. *Graphis scripta.* — Nat. Gr. — Original.

2. Familie. ***Graphidaceae.*** Thallus krustenförmig. Apothecien meist langgestreckt, berandet.

Opegrapha varia und *O. atra* häufig auf Laubholzrinden. — *Graphis* (Abb. 172, Fig. 8) mit zahlreichen Arten auf Baumrinden, z. B. *G. scripta*, sehr verbreitet. — *Phaeographis, Graphina*, gleichfalls artenreich. — *Xylographa.*

3. Familie. ***Chiodectonaceae.*** Thallus krustenförmig. Apothecien in größerer Zahl in einem Stroma vereinigt.

Chiodecton und *Sarcographa* insbesondere in wärmeren Gebieten.

4. Familie. ***Roccellaceae.*** Thallus strauchförmig. Gonidien: *Trentepohlia.*

Roccella-Arten (Abb. 175, Fig. 3), so *R. Montagnei, R. fuciformis*, besonders aber *R. tinctoria, R. Arnoldi* und *R. fucoides* liefern Farbstoffe: Orseille[65]) und Lackmus. Die

---

[65]) Vgl. Czapek F., Über Orseillegärung. Zentralbl. f. Bakteriol., 1898.

meisten dieser Arten bewohnen felsige Küsten des Mittelmeeres und des Altantischen Ozeans; nur wenige auf holziger Unterlage.

C. Discocarpineae. Reife Apothecien scheibenförmig oder becherförmig. Paraphysen mit den Sporen kein „Mazädium" bildend. Pilze meist den *Pezizineae* ähnlich.

1. Familie. ***Gyalectaceae.*** Thallus krustenförmig, homöomerisch oder heteromerisch. Apothecien meist eingesenkt. Gonidien: *Trentepohlia.*

Gyalecta cupularis an Felsen; *G. truncigena* an Rinden. — *Ionaspis*, *Microphiale.*

2. Familie. ***Coenogoniaceae.*** Thallus schwammartig-fädig oder flockige Räschen bildend, homöomerisch. Gonidien: *Trentepohlia.*

Coenogonium insbesondere in wärmeren Gebieten, so *C. Leprieurii* in den Tropen weit verbreitet.

3. Familie. ***Ephebaceae.*** Thallus verzweigt-fädig oder krustenförmig, homöomerisch. Apothecien 8sporig. Gonidien *Stigonema* und *Scytonema.*

Ephebe lanata an zeitweise feuchten Urgebirgsfelsen. — *Polychidium.*

4. Familie. ***Pyrenopsidaceae.*** Der vorigen Familie ähnlich. Gonidien: *Chroococcales.*

Thyrea pulvinata. — *Psorotichia*, *Pyrenopsis.*

5. Familie. ***Collemataceae.*** Tallus homöomerisch oder pseudoparenchymatisch berindet, krustenförmig oder blattartig, meist dunkelgefärbt, gallertig. Gonidien: *Nostocaceae.*

Sporen ungeteilt: *Physma compactum* an Felsen, auf der Erde, auf Moosen etc. — Sporen mehrzellig: *Collema pulposum* auf der Erde, auf Moosen, an Baumstämmen, *C. multifidum* auf Felsen und Erde; *Leptogium tremelloides*, *tenuissimum* u. a. auf Felsen, Erde, zwischen Moosen.

6. Familie. ***Pannariaceae.*** Thallus schuppig-krustenförmig, heteromerisch, nicht gallertig. Gonidien: *Schizophyceae.*

Parmeliella microphylla auf Felsen. — *Pannaria*-Arten (Abb. 174, Fig. 6) auf Erde, Rinden etc. — *Psoroma.*

7. Familie. ***Stictaceae.*** Thallus blattartig, mitunter gestielt, verzweigt, heteromerisch, an der Unterseite mit Rhizoiden befestigt. Apothecien deutlich berandet. Gonidien: einzellige *Chlorophyceae* und *Nostocaceae.*

Artenreiche Gattungen: *Lobaria*; *L. Pulmonaria* auf Laubbäumen und Felsen, oft sehr große Thallome entwickelnd. — *Sticta*; verbreitet insbesondere in den Tropen und Subtropen, so z. B. *S. sinuosa*, *S. crocata*, *S. filicina* (Abb. 174, Fig. 2) u. a.

8. Familie. ***Peltigeraceae.*** Thallus blattartig, oft verzweigt, an der Unterseite mit Rhizoiden befestigt. Apothecien ohne thallösen Rand. Gonidien wie bei voriger Familie.

Peltigera mit oft sehr ansehnlichem Thallus, mehrere Arten sehr verbreitet, so *P. canina*, *rufescens*, *polydactyla*, *venosa* (Abb. 174, Fig. 3 u. 4) mit oberseits glattem Thallus auf bemoosten Plätzen, Wiesen, an Felsen etc., *P. aphthosa* mit oberseits schwarzwarzigem Lager an ähnlichen Orten. — *Solorina* mit sackartig vertieften Apothecien; *S. crocea* mit unterseits orangeroten Lagern auf silikatreicher Erde, insbesondere in Gebirgen, *S. saccata* (Abb. 174, Fig. 5) auf Erde verbreitet. — *Nephroma.*

9. Familie. **Lecideaceae.** Thallus krustenförmig, heteromerisch. Apothecien vom Thallus nicht berandet, nicht eingesenkt. Gonidien: *Pleurococcus.*

Lecidea; häufige Arten auf Urgebirgsfelsen: *L. crustulata*, *L. confluens*, *L. coarctata*; auf Kalkfelsen: *L. fuscorubens*; auf Erde und Moosen: *L. fusca*; auf kalkhaltiger Erde: *L. decipiens*, *L. lurida*; auf Holz und Rinden: *L. parasema*, *L. olivacea* etc. — *Rhizocarpon*; *R. geographicum* (Abb. 172, Fig. 2) mit gelbem Thallus, besonders auf silikatreichen Gesteinen, *R. Montagnei* ebenso, mit grauem oder braunem Thallus. — *Toninia*; *T. candida* und *T. vesicularis* auf Erde und Felsen. — *Bacidia.*

10. Familie. **Cladoniaceae.** Thallus krustenförmig oder blattartig, horizontal, oft früh schwindend, mit aufrechten, stiel-, röhren- oder trichterförmigen, oft verzweigten Podetien, die vielfach, besonders im unteren Teile auch noch blattartige Thalluslappen tragen. Apothecien an den Enden oder Rändern der Podetien.

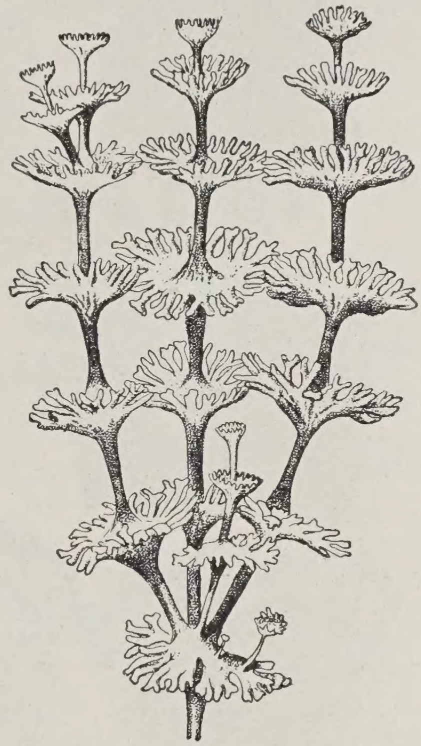


Abb. 173. *Cladonia verticillaris*, nat. Gr. — Nach Goebel.

Cladonia (Abb. 175, Fig. 4, 5, 8, 9; Abb. 173), arten- und formenreiche Gattung. Verbreitete Arten: Apothecien braun: *C. gracilis* mit schlanken, oft sehr langen Podetien, *C. degenerans* mit becherförmigen, am Rande stark zerschlitzten Podetien, *C. fimbriata* und *C. pyxidata* (Abb. 175, Fig. 9) mit wenig zerschlitzten, becherförmigen Podetien, alle in lichten Wäldern, auf Heideerde. — Apothecien rot: *C. macilenta*, *C. digitata*, *C. coccifera*, *C. bellidiflora* auf faulem Holze, zwischen Moosen, besonders in Gebirgen. — *C. verticillaris* (wärmere Teile von Amerika, vgl. Abb. 173), bemerkenswert durch die quirlig stehenden Verbreiterungen der Podetien. — *C. rangiferina* (Abb. 175, Fig. 4 u. 5), das „Renntiermoos“ oder die „Renntierflechte“, besitzt stark verzweigte, stielrunde Podetien, braune Apothecien, ist im arktischen Gebiete, überdies insbesondere in Gebirgsgegenden außerordentlich verbreitet, wird in Skandinavien und Rußland zur Alkoholfabrikation verwendet und spielt eine Hauptrolle bei der Ernährung arktischer Säugetiere. — *Stereocaulon* (Abb. 175, Fig. 6) mit verzweigten, stark körnig beschuppten Podetien; *St. tomentosum*, *St. coralloides* u. a. auf Erde und Felsen verbreitet. — *Baeomyces* mit kopfförmigen, auf kurzen Trägern befindlichen Apothecien; *B. roseus* mit fleischfarbigen Apothecien (Abb. 175, Fig. 5) auf Sand- und Heideboden, *B. byssoides* mit braunen Apothecien an ähnlichen Stellen, auch an Felsen.

11. Familie. **Gyrophoraceae.** Thallus blattartig, oft wenig gelappt, an Ober- und Unterseite mit Rindenschichte, an der Mitte der Unterseite befestigt. Apothecien zumeist rillig. Gonidien: *Pleurococcus.*

Gyrophora (Abb. 174, Fig. 7 u. 8) unterseits mit Rhizoiden; *G. cylindrica*, *hirsuta* u. a. häufig auf Felsen; *G. esculenta* der japanischen Gebirge wird gegessen („Iwatake“). — *Umbilicaria pustulata* mit dickhäutigem, rhizoidenlosem Thallus und blasenförmigen Auftreibungen desselben, an Urgesteinsfelsen in Gebirgen.

12. Familie. **Acarosporaceae.** Thallus krustenförmig oder blattartig. Apothecien scheibenförmig (Scheibe mitunter punktförmig). Schläuche vielsporig. Gonidien: *Pleurococcus.*

Thelocarpon, *Biatorella*, *Acarospora.*

13. Familie. **Pertusariaceae.** Thallus krustenförmig. Apothecien mit punktförmiger, enger Scheibe, selten ausgebreitet. Sporen meist auffallend groß und dickwandig, mit vielen Keimschläuchen keimend. Gonidien: *Chlorophyceae.*

Pertusaria communis sehr häufig auf Rinden von Laubbäumen und auf Felsen. *P. pustulata* und *P. leioplaca* auf Rinden u. a. Soredienbildung häufig.

14. Familie. **Lecanoraceae.** Thallus meist krustenförmig. Apothecien mit thallodischem Rand, dauernd dem Thallus eingesenkt oder ihm dicht aufsitzend. Gonidien: einzellige *Chlorophyceae.*

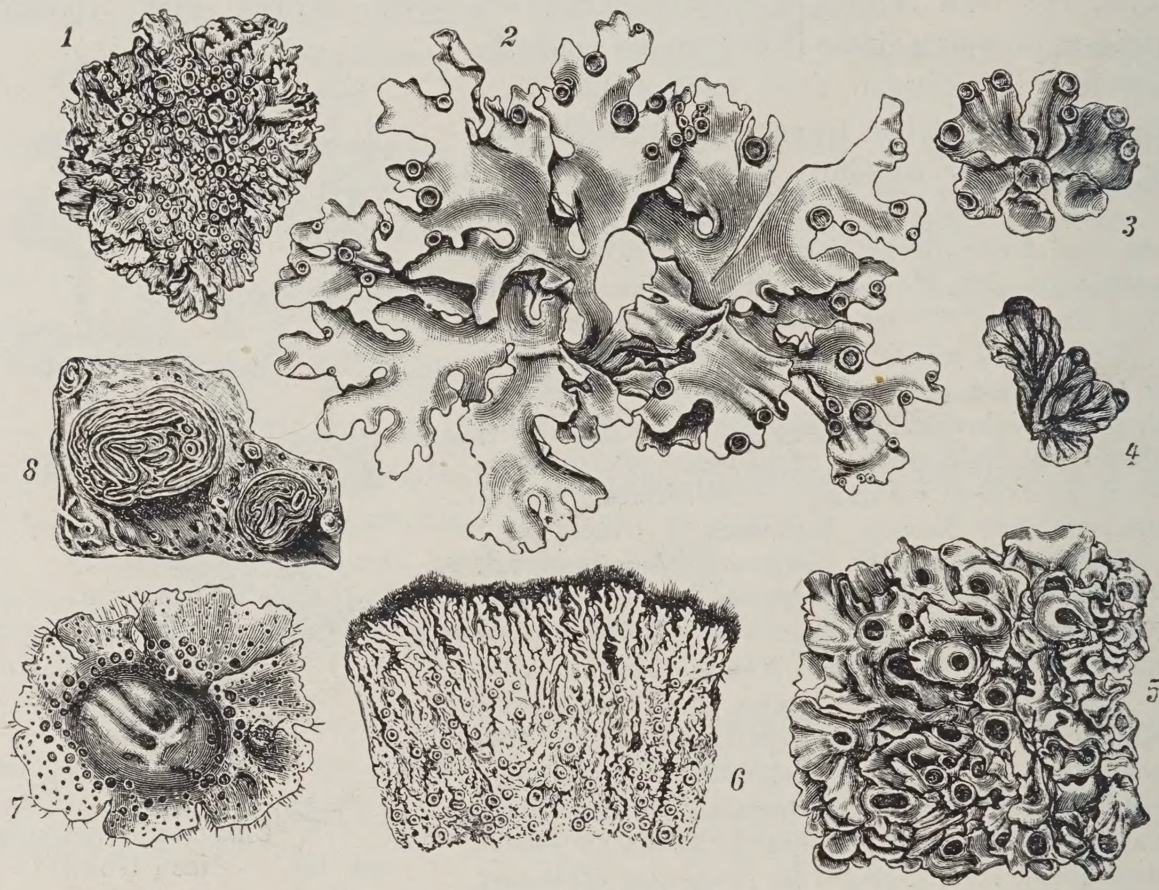


Abb. 174. Flechten. — Fig. 1. *Xanthoria parietina.* — Fig. 2. *Sticta filicina.* — Fig. 3. *Peltigera venosa.* — Fig. 4. Dieselbe, Thallus von unten. — Fig. 5. *Solorina saccata.* — Fig. 6. *Pannaria Mariana.* — Fig. 7. *Gyrophora proboscidea.* — Fig. 8. Zwei Apothecien derselben. — Fig. 1—7 nat. Gr., 8 vergr. — Original.

Lecanora, artenreiche und sehr verbreitete Gattung; *L. subfusca* (Abb. 172, Fig. 3) sehr häufig auf Rinde und Holz; ebenso *L. varia* und *L. symmicta*; *L. saxicola, L. calcarea, L. badia* u. a., besonders an Felsen; *L. coerulea* mit blauem Lager auf Kalkfelsen in Mittel- und Südeuropa; *L. esculenta* (Steppen und Wüsten im Orient und in Nordafrika) wird gegessen (Abb. 172, Fig. 6 u. 7), gleichwie mehrere verwandte Arten („Mannaflechten"). — *Haematomma ventosum* mit gelbgrünem Lager und blutroten Apothecien, an Urgebirgsfelsen. — *Ochrolechia tartarea* (Abb. 172, Fig. 1) auf Rinden und Gestein, *O. parella* auf Felsen, *O. pallescens* auf Rinden, liefern (besonders die beiden ersterwähnten) Lackmus („Erdorseille" des Handels). — *Icmadophyla ericetorum* mit grüngrauem Thallus und fleischroten Apothecien auf faulem Holze. — *Lecania.*

15. Familie. **Parmeliaceae.** Thallus blattartig oder fast strauchförmig, aber dann mit flachen Ästen, fast immer geteilt oder verzweigt, mit Rhizoiden

befestigt. Apothecien vom Lager berandet. Gonidien: einzellige *Chlorophyceae.*

Abb. 175. Flechten. — Fig. 1. *Usnea barbata.* — Fig. 2. *Cetraria islandica.* — Fig. 3. *Roccella hypomecha.* — Fig. 4. *Cladonia rangiferina.* — Fig. 5. Astspitzen derselben mit Apothecien. — Fig. 6. *Stereocaulon tomentosum.* — Fig. 7. Astspitzen desselben mit Apothecien. — Fig. 8. *Cladonia coccifera*, *p* Podetien. — Fig. 9. *Cladonia pyxidata*, *p* Podetien. — Fig. 1—4, 6, 8—9 nat. Gr., 5 u. 7 etwas vergr. — *a* bedeutet in allen Figuren Apothecium. — Original.

Parmelia, Thallus blattartig, horizontal ausgebreitet; *P. saxatilis. physodes, cylisphora* (= *P. caperata*), *prolixa*, verbreitet an Borken und Steinen. — *Cetraria*, Thallus seltener ausgebreitet, meist aufstrebend oder aufrecht stehend; *C. cucullata* und *C. nivalis* mit gelbem Thallus, zwischen Moosen in Hochgebirgen; *C. islandica* („isländisches Moos" oder „isländische Flechte") (Abb. 175, Fig. 2) verbreitet im arktischen Gebiete,

ferner in Gebirgsgegenden, wächst auf dem Boden, oft auf weite Strecken denselben bedeckend, findet Verwendung als Arzneimittel und in hochnordischen Gebieten als Nahrungsmittel. — *Candelaria concolor* mit gelbem Thallus, auf Rinden etc. verbreitet.

16. Familie. ***Usneaceae.*** Thallus strauchförmig, aufrecht stehend oder hängend, die Äste stielrund oder flach, nur am Grunde befestigt. Apothecien vom Lager berandet. Gonidien: einzellige *Chlorophyceae.*

A. Thallusäste meist abgeflacht, dorsiventral: *Evernia Prunastri,* an Baumrinden häufig. — *Letharia divaricata* u. *L. vulpina,* gleichfalls an Baumrinden, letztere durch die grüngelbe Farbe sehr auffallend und besonders auf Coniferen im Hochgebirge und in subarktischen Gebieten. — *Ramalina fraxinea* und *R. pollinaria* sehr verbreitet, *R. reticulata* mit netzartig durchbrochenem Thallus in Kalifornien. — *B.* Thallusäste meist stielrund, radiär gebaut: *Usnea barbata* (Abb. 175, Fig 1) mit den Formen *florida* (aufrecht) und *longissima* (hängend), der „Baumbart" oder die „Baumbartflechte" an Bäumen, altem Holze, doch auch an Felsen sehr verbreitet. — *Alectoria iubata* mit fadenförmigen, dunkelgrauen Ästen an Bäumen und Holz, *A. ochroleuca* mit gelbem Thallus auf Erde; beide besonders in Hochgebirgen. — *Thamnolia vermicularis* mit weißem Lager auf der Erde in arktischen Gebieten und auf Hochgebirgen.

17. Familie. ***Caloplacaceae.*** Thallus krustig; Sporen farblos, polarzweizellig.

Blastenia; *Caloplaca* (mit gelbem Thallus, auf Steinen häufig).

18. Familie. ***Buelliaceae.*** Thallus krustig; Sporen braun, polarzweizellig oder mit dünnem Septum.

Buellia, Rinodina.

19. Familie. ***Theloschistaceae.*** Thallus schuppen- oder blatt- oder strauchförmig. Apothecien anfangs eingesenkt, dann hervortretend, meist gelb, vom Lager berandet. Sporen polarzweizellig, gelb. Gonidien: einzellige *Chlorophyceae.*

Xanthoria parietina auf den verschiedensten Substraten ungemein verbreitet (Abb. 174, Fig. 1).

20. Familie. ***Physciaceae.*** Thallus blattartig oder strauchförmig. Apothecien meist braun oder schwarz. Sporen wie bei der vorhergehenden Familie, aber braun. Gonidien: einzellige *Chlorophyceae.*

Physcia stellaris und *Ph. pulverulenta* auf Baumrinden sehr verbreitet; *Ph. caesia* an Felsen. — *Anaptychia ciliaris* an Rinden, seltener an Felsen sehr häufig.

2. Gruppe. **Basidiolichenes.**

Flechten, deren Pilze in den Fortpflanzungsorganen, speziell im Baue des Hymeniums mit jenen von Basidiomyceten übereinstimmen. Basidien mit Basidiosporen.

Die bisher sichergestellten Formen der *Basidiolichenes* stimmen durchwegs im Baue des Pilzes mit den Hymenomyceten überein; sie bilden die Untergruppe der ***Hymenolichenes***[66]).

---

[66]) Mattirolo O., Contrib. allo stud. d. gen. *Cora.* N. Giorn. bot. Ital., XIII., 1881. — Johow F., Die Gruppe d. Hymenolich. Jahrb. f. wissensch. Bot., XV., 1884. — Möller A., Üb. eine Theleph., welche d. Hymenolich. bildet. Flora, LXXVII., 1893.

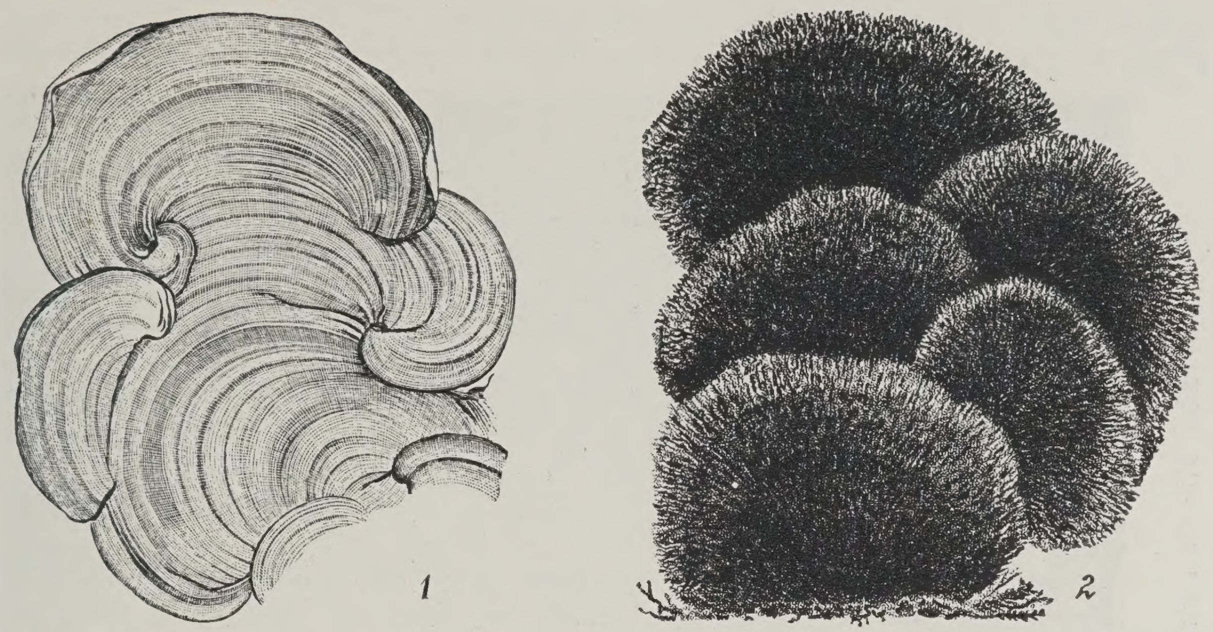


Abb. 176. *Basidiolichenes.* — Fig. 1. *Cora Pavonia.* — Fig. 2. *Dictyonema sericeum.* — Nat. Gr. — Original.

Der ganze Thallus hat eine unverkennbare Ähnlichkeit mit Fruchtkörpern von *Hymenomycetes,* speziell mit denen gewisser *Stereum*-Arten. Tatsächlich wurde auch eine *Stereum*-Art, das *St. hymenolichenum,* welches auch saprophytisch vorkommt, als einer der Komponenten der Hymenolichenen nachgewiesen. Hymenien auf der Unterseite des Thallus. Gonidien: *Scytonemataceae* und *Chroococcales.*

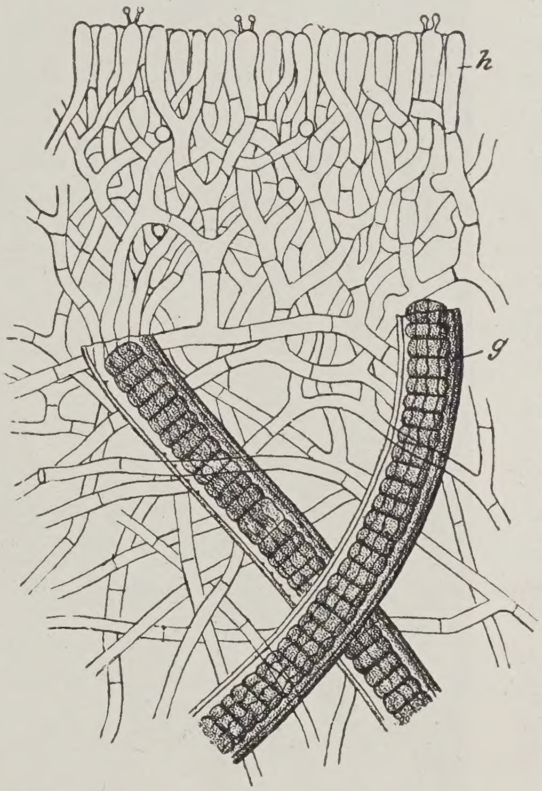


Abb. 177. *Basidiolichenes.* — *Dictyonema sericeum.* Stück eines Querschnittes durch einen sporenbildenden Thallus. — *g* Gonidien (*Scytonema*), *h* Hymenium. 180fach vergr. — Original.

Als Vertreter einer zweiten Untergruppe der *Basidiolichenes,* der der *Gasterolichenes,* wurden einige Formen (den Gattungen *Trichocoma* und *Emericella* angehörig) beschrieben. Bei diesen sollte es sich um eine symbiotische Verbindung von *Lycoperdon*-ähnlichen Gasteromyceten mit Algen handeln. Nach späteren Untersuchungen ist diese ganze Untergruppe zu streichen[67]).

Cora (Abb. 176, Fig. 1 und Abb. 178). Thallus flach, glatt, konzentrisch gefurcht, aus einzelnen oder zahlreichen kreisförmigen oder halbkreisförmigen Scheiben bestehend. *C. Pavonia,* in den Tropen, besonders in Südamerika, verbreitet und vorherrschend auf

[67]) Vgl. Fischer E., in Hedwigia, Bd. XXIX., 1890 und Patouillard N. in Bull. soc. mycol. d. Fr., VII., 1891.

nackter Erde. — *Dictyonema* (Abb. 176, Fig. 2 und Abb. 177). Thallus faserig, scheibenförmig oder aus mehreren scheibenförmigen Stücken bestehend, manchmal in unregel-

Abb. 178. *Cora Pavonia* auf einer Lateritwand bei S. Paulo in Südbrasilien. — Original.

mäßig geformte mycelartige Bildungen sich auflösend („*Laudatea*“-Form). *D. sericeum* in den Tropen verbreitet.

VII. Stamm. Cormophyta.

Stets vielzellig. Zellen der vegetativen Entwicklungsstadien mit Kern und Membran; in den Kohlensäure assimilierenden Zellen Chlorophyll. Sexuelle Fortpflanzung stets vorhanden (einzelne Ausnahmen sind auf den Verlust dieser Fortpflanzungsfähigkeit zurückzuführen); daneben, insbesondere bei den entwicklungsgeschichtlich tiefer stehenden Formen, mannigfache Arten vegetativer Fortpflanzung. Mit Ausnahme abgeleiteter Formen autotroph.

Bei der Gesamtheit der Cormophyten tritt deutlich die Tendenz der Ausbildung von Fortpflanzungsorganen außerhalb des Wassers hervor; bei den einfacheren Formen äußert sich dieselbe in einem Generationswechsel, bei dem wenigstens eine Art der Fortpflanzung außerhalb des Wassers, respektive des feuchten Mediums erfolgt; bei den entwicklungsgeschichtlich höher stehenden Formen wird dieser Generationswechsel immer mehr verdeckt, die ganze Pflanze erscheint an das Landleben angepaßt (Ausnahmen sind abgeleitete Formen). Mit dieser Anpassung steht eine gesetzmäßige Gliederung in Wurzel, Stamm und Blatt[1]), ebenso die fortschreitende Ausbildung von Leitungsbahnen für die aufgenommene Nahrung und für die Assimilate im Zusammenhang.

Die Cormophyten zeigen schon in ihren einfachsten Vertretern hohe Organausbildung; es kann daher keinem Zweifel unterliegen, daß schon diese keine ursprünglichen Typen darstellen, sondern daß ihnen solche von einfacherem Baue vorausgegangen sind. Man hat mehrfach den Versuch gemacht, phylogenetische Beziehungen zwischen den einfachsten Cormophyten, also den Bryophyten, und Vertretern der früher besprochenen Stämme ausfindig zu machen, und hat dabei insbesondere auf drei Gruppen hingewiesen, auf die *Coleochae-*

[1]) Da, wie die folgenden Abschnitte zeigen sollen, die Entwicklung der Cormophyten mit der Anpassung autotropher Pflanzen an die terrestrische Lebensweise Hand in Hand geht, ist es verständlich, daß die Ausbildung der drei Organkomplexe, welche eine autotrophe, terrestrische Pflanze braucht (Wurzel, Stamm, Blatt), geradezu als charakteristisch hervortritt; da es sich aber hierbei um ein schließlich auf eine Anpassung zurückführbares Merkmal handelt, ist es begreiflich, daß einzelne dieser Organe bei Cormophyten von relativ ursprünglicher oder von abgeleiteter Lebensweise fehlen und ganz rückgebildet werden können, daß ähnliche Organe bei Pflanzen anderer Stämme vorkommen; ebenso wird es verständlich sein, daß im Laufe der Entwicklung der Cormophyten sich bei einzelnen Gruppen derselben in Anpassung an besondere Lebensbedingungen weitere Organkategorien ausbildeten, z. B. Haustorien bei Parasiten.

taceae (S. 160) und *Characeae* (S. 169) unter den Chlorophyceen und auf die *Phaeophyta* S. 115)[2]. In der Tat sind Analogien mit allen diesen Gruppen vorhanden; unzweifelhafte Hinweise auf phylogenetische Beziehungen sind aber nicht zu finden. Damit soll aber nicht geleugnet werden, daß, wenn wir den Versuch machen, uns eine Vorstellung von den mutmaßlichen Vorfahren der Cormophyten zu bilden, speziell Pflanzen von dem Baue der Chlorophyceen am ehesten in Betracht zu ziehen sind (vgl. auch S. 284). So unklar mithin heute noch die phylogenetische Ableitung der Cormophyten ist, so sicher kann anderseits angenommen werden, daß der Stamm der Cormophyten in der im folgenden angenommenen Umgrenzung phylogenetisch Zusammengehöriges umfaßt, weshalb zunächst eine übersichtliche Darstellung dieses Zusammenhanges der einzelnen Gruppen hier eingeschaltet werden soll.

Der entwicklungsgeschichtliche Zusammenhang der Cormophyten[3]. Der Stamm der Cormophyten umfaßt vier, soweit die rezenten Formen in Betracht gezogen werden, scharf geschiedene und darum schon seit lange erkannte Pflanzengruppen, diese sind:

1. *Bryophyta* (Moose). Deutlicher Generationswechsel, d. h. die Entwicklung der Pflanze weist zwei deutliche, morphologisch verschiedene Abschnitte auf, deren jeder mit der Ausbildung von Fortpflanzungsorganen abschließt. Die geschlechtliche Generation entwickelt männliche und weibliche Fortpflanzungsorgane von bestimmtem Baue, Antheridien und Archegonien. Befruchtung durch bewegliche, im Wasser schwimmende Spermatozoiden. Aus der befruchteten Eizelle geht die ungeschlechtliche Generation hervor, welche bestimmt gestaltete Fortpflanzungsorgane, Sporen, bildet. Die Hauptmasse der vegetativen Organe liefert die geschlechtliche Generation. Ungeschlechtliche Generation nie mit Gliederung in Blatt und Achse, physiologisch unselbständig. Leitbündel fehlend oder von einfachstem Baue.

2. *Pteridophyta* (Leitbündelkryptogamen). Deutlicher Generationswechsel. Geschlechtliche Generation mit Antheridien und Archegonien. Befruchtung durch bewegliche, im Wasser schwimmende Spermatozoiden. Aus der befruchteten Eizelle geht die ungeschlechtliche Generation mit Sporen bildenden Organen (Sporangien) hervor. Die Hauptmasse der vegetativen Organe liefert die in Blatt, Stamm und Wurzel gegliederte ungeschlechtliche Generation. Beide Generationen physiologisch selbständig. Leitbündel in den vegetativen Organen der ungeschlechtlichen Generation stets vorhanden.

---

[2]) Über die Frage der Herkunft der Cormophyten vgl. Goebel K., Die einfachste Form der Moose. Flora, 1892, Erg.-Bd.; Organographie, 2. Aufl., 1915. — Hallier H., Beitr. zur Morphol. d. Sporoph. Jahrb. d. Hamb. wissensch. Anst., XIX., 1901. — Davis B. M., The origin of the Archegon. Ann. of Bot., 1903. — Campbell D. H., The struct. and developm. of mosses and ferns. 2. ed., 1905. — Bower F. O., The origin of a Land Flora, 1908. — Schenck H., Üb. d. Phylog. d. Archegon. Botan. Jahrb., XLII., 1908. — Lotsy J. P., Vortr. üb. bot. Stammesgesch., II. Bd., 1909. — Meyer A., Die Vorvegetation der Pteridophyten usw. Ber. d. deutsch. bot. Ges., 1910. — Vgl. auch die Zusammenstellung in Schiffner V., Syst.-phylog. Forsch. in d. Hepat. Progr. rei bot., V., S. 505, 1917 und die Literaturzitate auf S. 322.

[3]) Vgl. die grundlegende Arbeit: Hofmeister W., Vergleichende Untersuchungen der Keimung, Entfaltung und Fruchtbildung höherer Kryptogamen. Leipzig 1851, ferner die oben zitierte Literatur.

3. *Gymnospermae* (Nacktsamige Pflanzen). Generationswechsel, jedoch insoferne verdeckt, als die geschlechtliche Generation physiologisch unselbständig ist und morphologisch als ein Teil der ungeschlechtlichen Generation erscheint. Gliederung in Stamm, Blatt und Wurzel. Geschlechtliche Fortpflanzungsorgane auf entsprechend ausgebildeten Blättern, welche an eigenen Sproßen, Blüten, sich finden. Die weiblichen Fortpflanzungsorgane sind nicht von Hüllen ganz umschlossen. Befruchtung in der Regel durch Vermittlung eines Pollenschlauches, den das männliche Fortpflanzungsorgan treibt, selten (bei der ursprünglichsten Form) durch Spermatozoiden. Leitbündel stets vorhanden.

4. *Angiospermae* (Bedecktsamige Pflanzen). Generationswechsel, jedoch die geschlechtliche Generation auf wenige Zellen beschränkt. Gliederung in Stamm, Blatt und Wurzel. Geschlechtliche Fortpflanzungsorgane an eigenen Sproßen, Blüten. Die weiblichen Fortpflanzungsorgane in geschlossenen Fruchtknoten. Befruchtung durch Vermittlung eines Pollenschlauches. Leitbündel stets vorhanden.

Daß diese Gruppen, trotz ihrer wesentlichen Verschiedenheiten, in einem genetischen Zusammenhange stehen, geht daraus hervor, daß in ihren charakteristischen Organen deutliche Homologien nachweisbar sind und daß es möglich ist, für die gewaltigen Umgestaltungen, welche die homologen Teile im Laufe der Entwicklung erfahren haben, eine hinlänglich begründete Erklärung zu finden.

Die Homologien zwischen den Gruppen der Cormophyten. Zur Klarstellung der Homologien zwischen den Gruppen der Cormophyten ist es am zweckmäßigsten, von den morphologischen Verhältnissen der Bryophyten auszugehen und dann diejenigen Organe der übrigen Gruppen vergleichend zu betrachten, welche sich funktionell und morphologisch mit solchen der Bryophyten in Beziehungen bringen lassen. Hierbei kommen in erster Linie vier Organkategorien in Betracht, jene, in deren Ausbildung der Generationswechsel zum Ausdrucke kommt, dann die Geschlechtsorgane, die Antheridien und Archegonien, endlich die sporenerzeugenden Sporangien.

1. Der Generationswechsel. Bei den Bryophyten findet sich ein scharf ausgeprägter antithetischer Generationswechsel. Auf einen Organkomplex, der in biologischer Hinsicht vollständig als selbständiges Individuum erscheint und der mit der Ausbildung von Geschlechtsorganen abschließt, den Gametophyten (Geschlechtsgeneration, proembryonale Generation oder x-Generation), folgt nämlich ein Organkomplex, welcher mit dem Gametophyten in Verbindung bleibt, aus einer befruchteten Eizelle desselben entsteht und den Sporophyten (ungeschlechtliche Generation, embryonale Generation, 2x-Generation) darstellt. Derselbe schließt mit der Ausbildung von ungeschlechtlichen Fortpflanzungsorganen, den Sporen, ab; in der Sporenmutterzelle geht die Reduktionsteilung vor sich. Die beiden Organkomplexe sind nicht nur durch die Verschiedenheit der Fortpflanzungsorgane, welche sie ausbilden, wesentlich verschieden, sondern auch in cytologischer

Hinsicht, da die Kerne der Zellen des Sporophyten doppelt so viele Chromosomen aufweisen, wie jene des Gametophyten. (Vgl. Abb. 179.)

Der Gametophyt der Bryophyten ist stets vielzellig. Er zeigt häufig eine Gliederung in ein primäres, thallusartiges Stadium, das Protonema (Vorkeim, Abb. 180, Fig. 1 *pr*), und die mehr oder minder beblättert erscheinende Moospflanze. Der Aufbau derselben geht auf Teilungen von Scheitelzellen zurück, welche in bestimmten Richtungen Tochterzellen (Segmente) abgeben. Die Moosblätter gehen aus den peripheren Teilen dieser Segmente hervor. Die Funktionen der Wurzeln höherer Pflanzen besorgen entweder Teile des Protonemas oder Rhizoiden, welche an den verschiedensten Stellen des Gametophyten auftreten können. Bei vielen Laubmoosen und bei den meisten Lebermoosen tritt schon bei der Keimung der Spore, aus welcher der Gametophyt hervorgeht, regelmäßig ein primäres Rhizoid auf (Abb. 180, Fig. 3 *rh*). In den meisten Fällen tritt der Gametophyt in bezug auf die

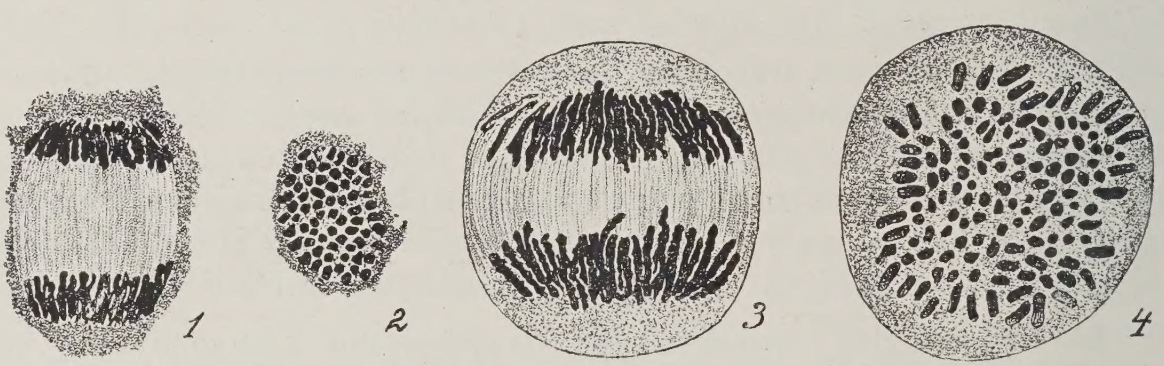
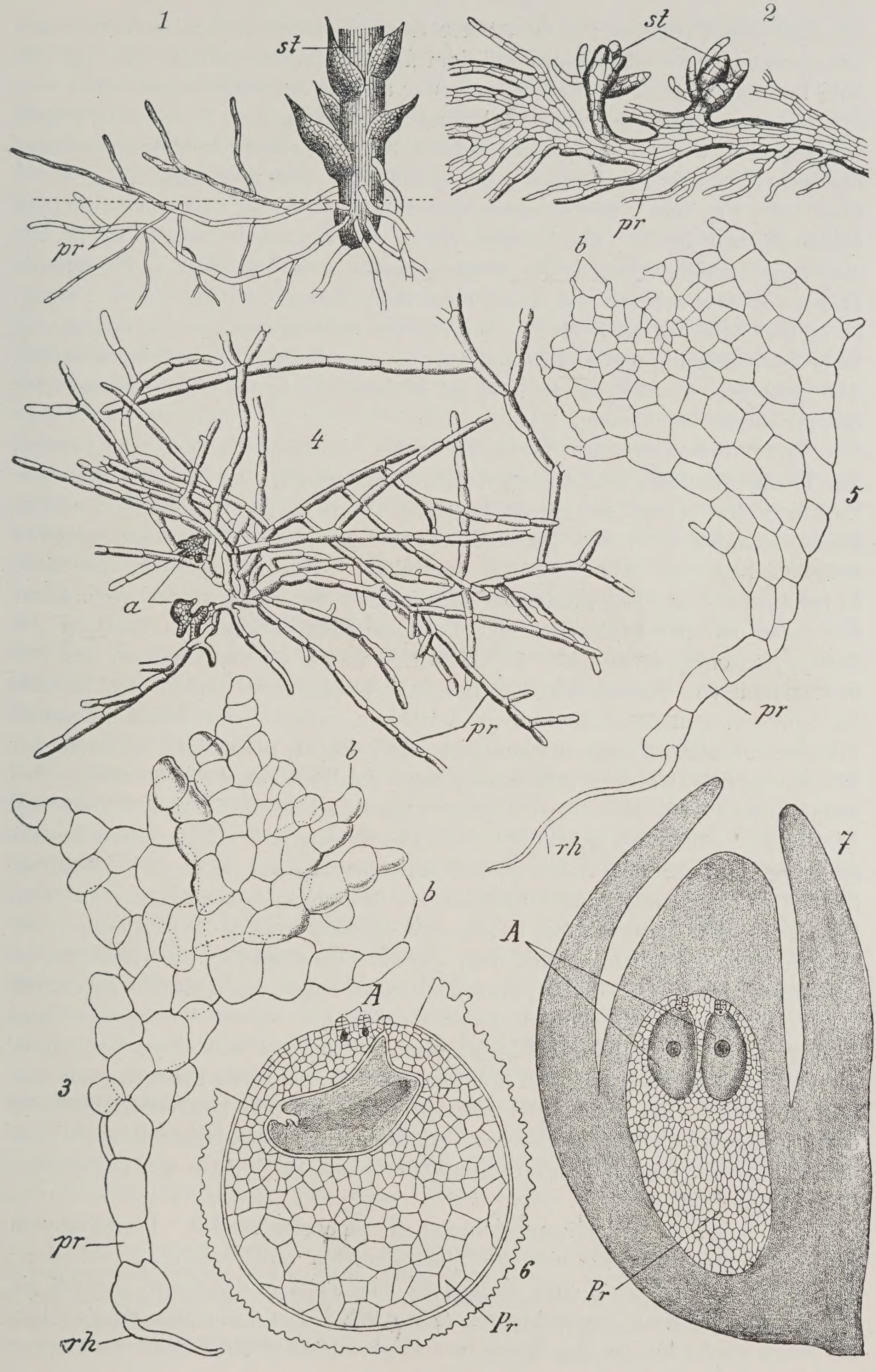


Abb. 179. In Teilung (Diaster-Stadium) begriffene Kerne aus dem Gametophyten und aus dem Sporophyten eines Farnes *(Dryopteris)*. — Fig. 1 u. 2. Kern aus einer Prothalliumzelle; Fig. 1 Seitenansicht, Fig. 2 Polaransicht, die 64 Chromosomen zeigend. — Fig. 3 u. 4. Kern aus einer Embryozelle; Fig. 3 Seitenansicht, Fig. 4 Polaransicht, die 128 Chromosomen zeigend. — Nach Yamanouchi.

Mächtigkeit der Entwicklung gegenüber dem Sporophyten auffallend hervor, so daß letzterer zumeist in physiologischer und morphologischer Hinsicht geradezu nur den Eindruck eines Anhangsgebildes hervorruft.

Abb. 180. (Zu S. 263.) Vergleichende Darstellung der Gametophyten von Bryophyten (Fig. 1 bis 3), Pteridophyten (Fig. 4—6) und Gymnospermen (Fig. 7). — Fig. 1. Protonema *(pr)* und basaler Teil des Stämmchens *(st)* von *Funaria hygrometrica* (Laubmoos). — Fig. 2. Protonema *(pr)* und Stämmchenanlagen *(st)* von *Andreaea petrophila* (Laubmoos). — Fig. 3. Junges Pflänzchen von *Chomiocarpon quadratus* (Lebermoos) mit reduziertem Protonema *(pr)* und Blattanlagen *(b)*. — Fig. 4. Gametophyt von *Trichomanes rigidum* (Farn) mit fadenförmigem Teil *(pr)* und Archegoniumträgern *(a)*. — Fig. 5. Junges Prothalium von *Dryopteris Filix mas* (Farn) mit fadenförmigem Anfangsstadium *(pr)* und reduzierten Blättern *(b)*. — Fig. 6. Längsschnitt durch eine keimende Makrospore von *Selaginella selaginoides* (Selaginellacee). *Pr* Prothallium, *A* Archegonien. — Fig. 7. Längsschnitt durch die Samenanlage einer Gymnosperme *(Picea)*. *Pr* Primäres Endosperm, Homologon des Prothalliums, *A* Archegonien. — Fig. 1 nach Warming, 2 nach Berggren, 3 nach E. Lampa, 4 nach Goebel, 5 nach Jakowatz, 6 nach Bruchmann, 7 nach Strasburger.


1
st
pr
2
st
pr
b
4
a
pr
5
pr
rh
b
b
3
pr
rh
A
6
Pr
7
A
Pr

Bei den Pteridophyten ist der Generationswechsel gleichfalls scharf ausgeprägt und im allgemeinen mit dem der Bryophyten vollständig vergleichbar. Der Gametophyt tritt jedoch in bezug auf die Mächtigkeit gegenüber dem Sporophyten auffallend zurück. Er ist stets vielzellig; sein Aufbau geht wenigstens in den Anfangsstadien auf die Tätigkeit einer Scheitelzelle zurück; bei der Keimung der Sporen wird sofort ein primäres Rhizoid gebildet (Abb. 180, Fig. 5 *rh*). Der Gametophyt der Pteridophyten ist niemals deutlich beblättert und besitzt, als Prothallium, mannigfaltige Gestalt. Er ist bei einzelnen Formen (manche *Hymenophyllaceae*, Abb. 180, Fig. 4) bis auf die Träger der Archegonien und Antheridien fadenförmig, bei zahlreichen Formen ist er flächenförmig ausgebreitet, bei den Ophioglossaceen und Lycopodiaceen ist er knollenförmig und endlich bei heterosporen Formen (z. B. *Selaginellaceae*, Abb. 180, Fig. 6) rückgebildet und als kleiner, die Spore nicht verlassender Gewebekörper erscheinend.

Trotz dieses wesentlich verschiedenen Aussehens ist der Gametophyt, das Prothallium, der Pteridophyten dem Gametophyten der Bryophyten vollkommen homolog. Für diese Homologie spricht die Gleichheit des Aufbaues, wenigstens in den ersten Entwicklungsstadien (Segmentierung einer Scheitelzelle, vgl. Abb. 7), die regelmäßige Ausbildung eines primären Rhizoids bei der Keimung, die Möglichkeit des Nachweises reduzierter Bildungen an den Prothallien der Pteridophyten, welche den Blättern der Bryophyten entsprechen (Abb. 7; Abb. 180, Fig. 5 *b*, im Vergleich mit Fig. 3 *b*) und endlich das Vorkommen intermediärer Formen. So finden sich bei den Laubmoosen zumeist fadenförmige Vorkeime, welche von den beblätterten Stämmchen scharf abgegrenzt sind (Abb. 180, Fig. 1, *pr* und *st*), bei einzelnen Formen jedoch *(Georgia, Sphagnum)* wird das Protonema flächenförmig, bei anderen schwindet die scharfe Grenze zwischen Protonema und Stämmchen (*Andreaea*, Abb. 180, Fig. 2). Bei den Lebermoosen wird diese schwache Abgrenzung typisch, das beblätterte Stämmchen nähert sich oft vollständig thallösen Formen und dann schwindet das Protonema nahezu ganz (Abb. 180, Fig. 3 *pr*). Bei den Farnen zeigen die flächenförmigen Prothallien vieler Formen große Ähnlichkeit mit dem ganzen Gametophyten der Lebermoose (vgl. Abb. 180, Fig. 3 und 5); einzelne Typen zeigen sogar durch Gliederung des Prothalliums in einen fadenförmigen Teil und kleine Archegonien- und Antheridienträger (Abb. 180, Fig. 4) Ähnlichkeiten mit einfachen Laubmoosformen *(Buxbaumia)*, während andere *(Marattiaceae)* den Übergang von den flächenförmigen Prothallien der meisten Farne zu den knollenförmigen der *Ophioglossaceae* und *Lycopodiaceae* vermitteln. In cytologischer Hinsicht verhält sich der Gametophyt zum Sporophyten genau so, wie bei den Bryophyten (Abb. 179).

Bei den entwicklungsgeschichtlich höchststehenden Pteridophyten (heterospore Formen) sind die Gametophyten außerordentlich reduziert; sie bleiben vielfach ganz oder wenigstens zum Teile in der Spore, aus der sie hervorgegangen sind, eingeschlossen (Abb. 180, Fig. 6). Zu gleicher Zeit tritt bei ihnen eine schon an der Spore bemerkbare geschlechtliche Differenzierung

ein; aus den sogenannten Makrosporen gehen reduzierte Prothallien mit Archegonien, aus den Mikrosporen solche mit Antheridien hervor.

Der Generationswechsel der Gymnospermen erscheint im ersten Momente insoferne weniger klar, als jene Entwicklungsstadien, welche sich entwicklungsgeschichtlich von den Gametophyten der Pteridophyten ableiten lassen, ihre physiologische Selbständigkeit verloren haben. Doch bereitet die Homologisierung dieser Stadien mit solchen der Pteridophyten gar keine Schwierigkeit. Die bei den heterosporen Pteridophyten schon ausgebildete geschlechtliche Differenzierung (Makrosporangien mit Makrosporen, Mikrosporangien mit Mikrosporen) tritt verstärkt hervor. Den die Makrosporangien tragenden Blättern der Pteridophyten entsprechen die Fruchtblätter der Gymnospermen, den die Mikrosporangien tragenden Blättern die Staubblätter; dem Makrosporangium ist der Nucellus der Samenanlage, dem Mikrosporangium der Pollensack homolog. In der Entwicklung der Samenanlagen lassen sich ebenso wie bei jener der Pollenkörner Homologien mit den Prothallien der Pteridophyten nachweisen. So bildet sich in der Samenanlage (vgl. Abb. 180, Fig. 7) der Gymnospermen ein dem Prothallium vollkommen homologes vegetatives Gewebe, das „primäre Endosperm", welches typische Archegonien trägt und sogar in einzelnen Fällen *(Cycas, Ginkgo)* durch Chlorophyllbildung zu einer gewissen physiologischen Selbständigkeit gelangt. Über die Prothalliumrudimente in den Pollenkörnern vgl. das S. 266 bis 268 Gesagte. Auch in zytologischer Hinsicht treten die Unterschiede zwischen den dem Gametophyten und den dem Sporophyten entsprechenden Teilen klar hervor.

In den Samenanlagen der Angiospermen ist die Rückbildung der Prothallien so weit gediehen, daß sich deutliche Homologien in dieser Hinsicht nicht ohneweiters erweisen lassen; hier ist der Generationswechsel stark verdeckt. Trotzdem gelingt es, die Homologie zwischen Embryosack einerseits und dem archegonientragenden Endosperm der Gymnospermen anderseits zu erweisen (Gleichheit der Entstehung). Auch im Pollenkorne tritt die Homologie hervor (vgl. S. 268). Von besonderer Wichtigkeit ist hier das zytologische Verhalten. Die Kerne der Zellen, welche die dem Sporophyten homologen Teile der Pflanze bilden, haben doppelt so viele Chromosomen, wie jene der aus sonstigen Gründen dem Gametophyten homologen Organe. Bei Anlage derselben tritt stets Reduktionsteilung ein[4]).

Eine vergleichende Betrachtung der Organe, in deren Ausbildung der Generationswechsel der Cormophyten sich ausdrückt, ergibt mithin, daß Homologien mit jenem Organkomplex, welcher bei den einfachsten Cormophyten, den Bryophyten, mit der sexuellen Fortpflanzung abschließt, welcher also den Gametophyten darstellt, sich bei

[4]) Vgl. Strasburger E., Üb. Reduktionsteilg., Spindelbildung etc., 1900; Üb. Reduktionsteilg. Sitzber. Berlin. Akad., 1904; Zeitp. d. Best. d. Geschl., Apog., Parthenog. u. Reduktionsteilg., 1909. — Ausführliche Literaturnachweise z. B. in Gates R. R., A stud. of reduct. in *Oenothera*. Bot. Gaz., XLVI., 1908; Overton J., On the organiz. of the nuclei etc. Ann. of Bot., LXXXIX., 1909.

den Pteridophyten und Gymnospermen unzweifelhaft feststellen, bei den Angiospermen mit großer Sicherheit erschließen lassen. Diese Betrachtung führt zu der Vorstellung, daß die Fortentwicklung des Typus der Bryophyten zu dem der Pteridophyten, Gymnospermen und Angiospermen mit einer fortschreitenden Reduktion der Geschlechtsgeneration und einer fortschreitenden Ausgestaltung der ungeschlechtlichen Generation verbunden war, bis schließlich sexuelle Charaktere bei letzterer auftraten und zu gleicher Zeit die Geschlechtsgeneration nur mehr auf wenige Zellen beschränkt war.

2. Die Antheridien. Von besonderer Deutlichkeit sind die Homologien, welche eine vergleichende Betrachtung der Befruchtungsorgane der großen Gruppen der Cormophyten ergibt.

Die auf dem Gametophyten der Bryophyten auftretenden männlichen Organe werden als Antheridien bezeichnet. Dieselben sind scharf abgegrenzte Teile desselben; ihr Aufbau geht auf die Tätigkeit einer Scheitelzelle zurück, deren Segmente nach außen Wandzellen, nach innen die Mutterzellen der Spermatozoiden bilden.

Bei den Pteridophyten erscheinen die Antheridien im Vergleiche mit jenen der Bryophyten durchaus vereinfacht, was unschwer in Einklang zu bringen ist mit der fortschreitenden Rückbildung des Gametophyten überhaupt. Die Zelle, von welcher die Antheridienbildung ausgeht, ist vergleichbar dem einzelnen Segmente der Antheridien-Anlage der Bryophyten; sie gibt nach außen Wandzellen ab, während der innere Teil die Spermatozoidenmutterzellen liefert. Zur Klarstellung der Homologien ist es wichtig, hierbei zwischen den isosporen und den heterosporen Pteridophyten zu unterscheiden. Bei ersteren entstehen zunächst zahlreiche vegetative Prothalliumzellen, die den vegetativen Gametophytenzellen der Moose entsprechen (Abb. 181, Fig. 1 *p*), bis dann in einzelnen Zellen in der angegebenen Art durch Ausbildung von Wandzellen (*w*) und Spermatozoidenmutterzellen (*M*) die Antheridienbildung erfolgt. Bei den heterosporen Formen der Pteridophyten erscheint die Antheridienbildung bei flüchtiger Betrachtung anders, die schematische Darstellung der wichtigsten Typen in Abb. 181, Fig. 2 bis 6, zeigt jedoch auf das klarste die vollständigen Homologien:

Die fortschreitende Reduktion in der Ausbildung des Gametophyten führt zunächst zur Ausbildung ganzer Prothallien innerhalb der Sporen. Die Keimung derselben beginnt mit der Bildung von Prothalliumzellen, von denen die erste (Abb. 181, Fig. 3—6, p_1) stets, manchmal auch noch eine zweite (Fig. 2 p_2), steril bleibt und den sterilen Prothalliumzellen der isosporen Formen (*p* in Fig. 1) homolog ist. Die weiteren Prothalliumzellen bilden Antheridien aus oder es bleiben von ihnen die jüngsten, obersten auch steril (*P*). In der ersten sterilen Prothalliumzelle (p_1) wird fast stets ein reduziertes Rhizoid (*rh*) ausgebildet, abermals eine bemerkenswerte Homologie mit den ersten Gametophytenzellen der Moose und der isosporen Pteridophyten (vgl. Abb. 180, Fig. 3 und 5). Die Antheridien liefernden Prothallium-

zellen zeigen wieder Ausbildung von Wandzellen (*w*) und Spermatozoidenmutterzellen (*M*); manchmal bleiben überdies sterile Teile dieser Prothalliumzellen zurück (Fig. 2 und 4, *p*). Die Figuren 2—6 zeigen die fortschreitende Vereinfachung dieser Bildungen, den einfachsten Typus stellt Fig. 6 dar. Hier findet sich eine basale vegetative Prothalliumzelle (p_1) mit reduziertem Rhizoid (*rh*), eine apikale vegetative Prothalliumzelle (*P*) und ein Antheridium mit zwei Wandzellen (*w*) und einem Spermatozoidenmutterzellen-Komplex (*M*), der vier Spermatozoiden liefert.

Mit Rücksicht auf die der Befruchtung vorangehenden Teilungen im Pollenkorn lassen sich diesen heterosporen Pteridophyten zwanglos die

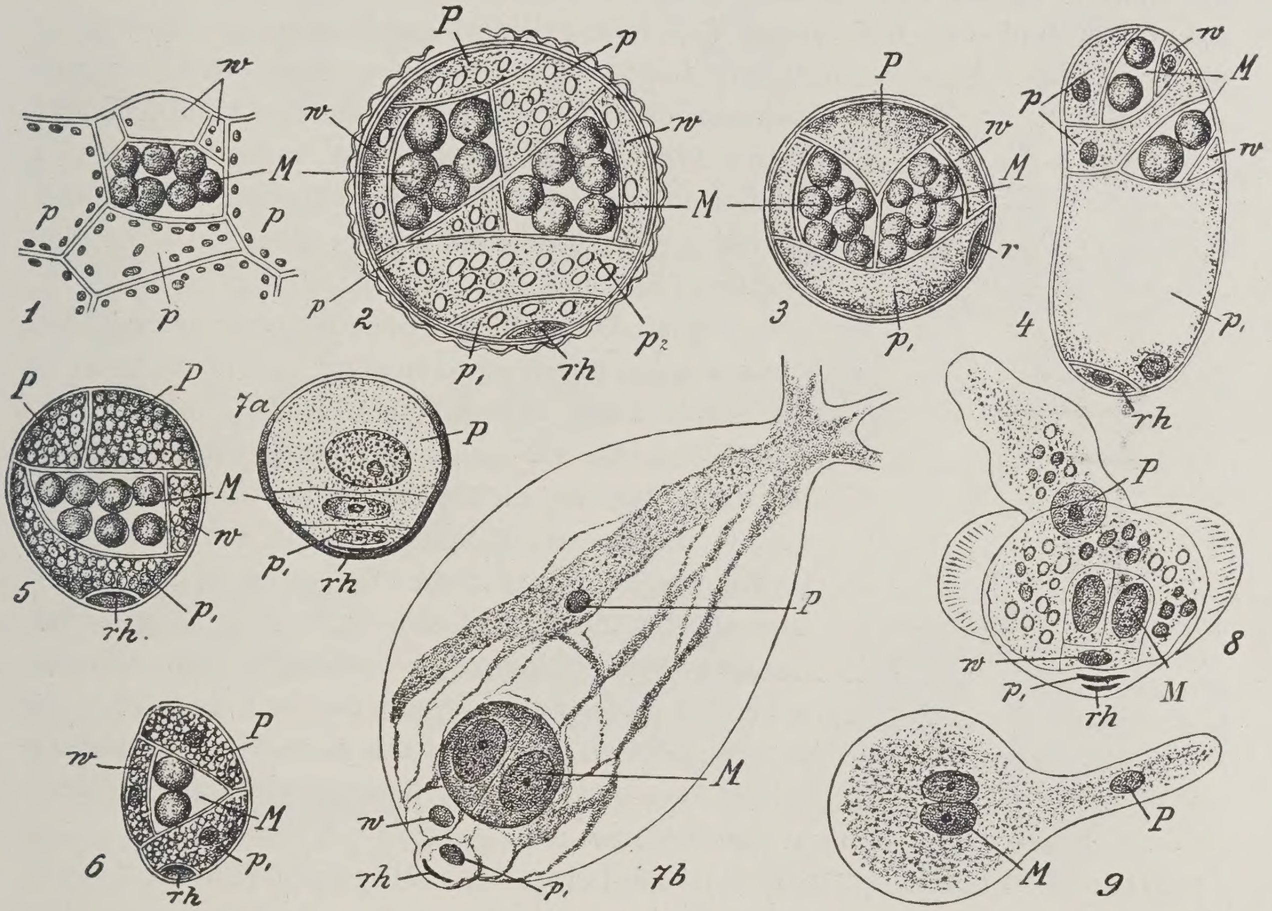


Abb. 181. Vergleichende Darstellung der Entwicklung der Antheridien und der ihnen homologen Organe bei Pteridophyten, Gymnospermen und Angiospermen; etwas schematisiert. — Fig. 1. Antheridium von *Ceratopteris thalictroides*. — Fig. 2. Keimende Mikrospore von *Marsilia elata* mit reduziertem Prothallium und Antheridien. — Fig. 3. Dasselbe von *Selaginella Kraussiana*, Fig. 4 von *Salvinia natans*, Fig. 5 von *Selaginella stolonifera*, Fig. 6 von *Isoëtes setaceum*. — Fig. 7 *a*. Keimendes Pollenkorn von *Ginkgo biloba*; Fig. 7 *b* dasselbe unmittelbar vor der Befruchtung. — Fig. 8. Austreibendes Pollenkorn von *Picea excelsa*; Fig. 9 dasselbe von einer Angiosperme. — In allen Figuren bedeutet: *rh* rudimentäres Rhizoid, *p*, p_1, p_2 vegetative Prothalliumzellen, *P* jüngste vegetative Prothalliumzelle, *w* Wandzellen, *M* Spermatozoidenmutterzellen des Antheridiums, respektive deren Homologa[5]). — Fig. 1 nach Kny, 2—6 nach Belajeff, 7 nach Hirasé, 8 nach Strasburger.

[5]) In mehreren Fällen, so in Fig. 1—4, 7 *b*—9, führt die erläuternde Linie zu den Spermatozoiden, respektive generativen Kernen selbst, worauf zur Vermeidung von Mißverständnissen hingewiesen sei.

Gymnospermen anschließen (Abb. 181, Fig. 7*a*, 7*b* und 8). Das Pollenkorn von *Ginkgo* (7*a*) liefert zunächst vier Zellen, welche sich mit den vier ersten Zellen der keimenden Mikrospore von *Isoëtes* (Fig. 6) vergleichen lassen. Die beiden untersten Zellen (*rh* und p_1 in Fig. 7*a* und 7*b*) bleiben rudimentär, die jüngste Zelle (*P*) zeigt vegetative Tätigkeit durch Austreiben schlauchartiger Verlängerungen (*P* in Fig. 7*b*), die unter ihr liegende Zelle (*M* in 7*a*) liefert nach Abstoßung einer Zelle (*w* in 7*b*, gewöhnlich „Stielzelle" genannt) zwei Spermatozoiden (*M* in 7*b*). Bei den höher entwickelten Gymnospermen (vgl. Fig. 8) sehen wir wieder dieselben homologen Teilungen. Es vollzieht sich hier die noch später zu besprechende wichtige Umbildung der Zelle *P* in den Pollenschlauch, die weitergehende Reduktion der Zellen *rh*, p_1 und *w* und die frühzeitige Aufhebung einer membranösen Abtrennung dieser Zellen. Von besonderem Interesse ist der Umstand, daß einzelne Gymnospermen viel weitergehende Annäherungen an die Pteridophyten aufweisen, so entwickeln sich im Pollenkorn von *Microcycas* mehrere Spermatozoiden[6]), bei einer Reihe von Gattungen wird eine größere Zahl von Prothalliumzellen gebildet.

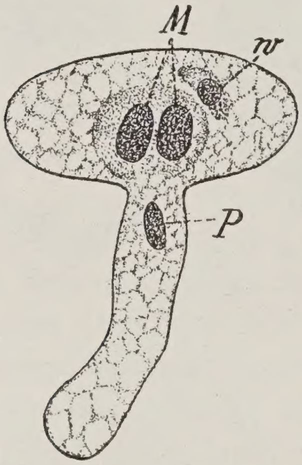


Abb. 182. Pollenschlauch treibendes Pollenkorn von *Ephedra trifurca*. *M* die beiden generativen Kerne, *P* vegetativer Kern, *w* Wandkern. — Nach Land.

Selbst der Bau des sich weiterentwickelnden Pollenkornes der Angiospermen (Fig. 9) zeigt in der Ausbildung zweier generativer Zellen, respektive Kerne (*M*) und einer vegetativen Zelle (*P*) Verhältnisse, welche eine Homologisierung mit jenen der Gymnospermen zulassen. Die schon bei den Gymnospermen reduzierten Zellen *rh*, *p* und *w* sind hier geschwunden. *Ephedra* stellt u. a. ein sehr beachtenswertes Bindeglied zwischen den Gymnospermen und Angiospermen dar (vgl. Abb. 182), da hier die Zellen *rh* und *p* zur Zeit der Befruchtung fehlen, dagegen noch die Wandzelle durch den Kern *w* repräsentiert ist.

Homologien mit den Antheridien der Bryophyten und isosporen Pteridophyten lassen sich mithin in den Antheridien der heterosporen Pteridophyten, in den entsprechenden Organen der Gymnospermen und Angiospermen sicher nachweisen. Parallel mit der fortschreitenden Reduktion des ganzen Gametophyten geht schrittweise die Vereinfachung der Antheridien, respektive der ihnen entsprechenden Organe.

3. Die Archegonien. Die auf dem Gametophyten der Bryophyten auftretenden weiblichen Geschlechtsorgane, die Archegonien, sind von übereinstimmendem Baue. Sie sind flaschenförmig (Abb. 183, Fig. 1), bestehen aus einem „Hals-" und einem „Bauchteile", von denen der erstere

[6]) Caldwell O. W., *Microcycas calocoma*. Bot. Gaz., XLIV., 1907, und Porsch O., Über einige neue phylog. bem. Ergeb. d. Gametophytenerforschung. Festschr. d. naturw. Ver. a. d. Univ. Wien, 1907.

anfänglich eine Schichte von Halswandzellen (*hw*) und eine Reihe von Halskanalzellen (*hc*) zeigt, welch letztere später den als Leitungsweg für die Spermatozoiden fungierenden Halskanal liefern. Der Bauchteil besteht aus der Wand und zwei zentralen Zellen, der Eizelle (*o*) und der darüberliegenden

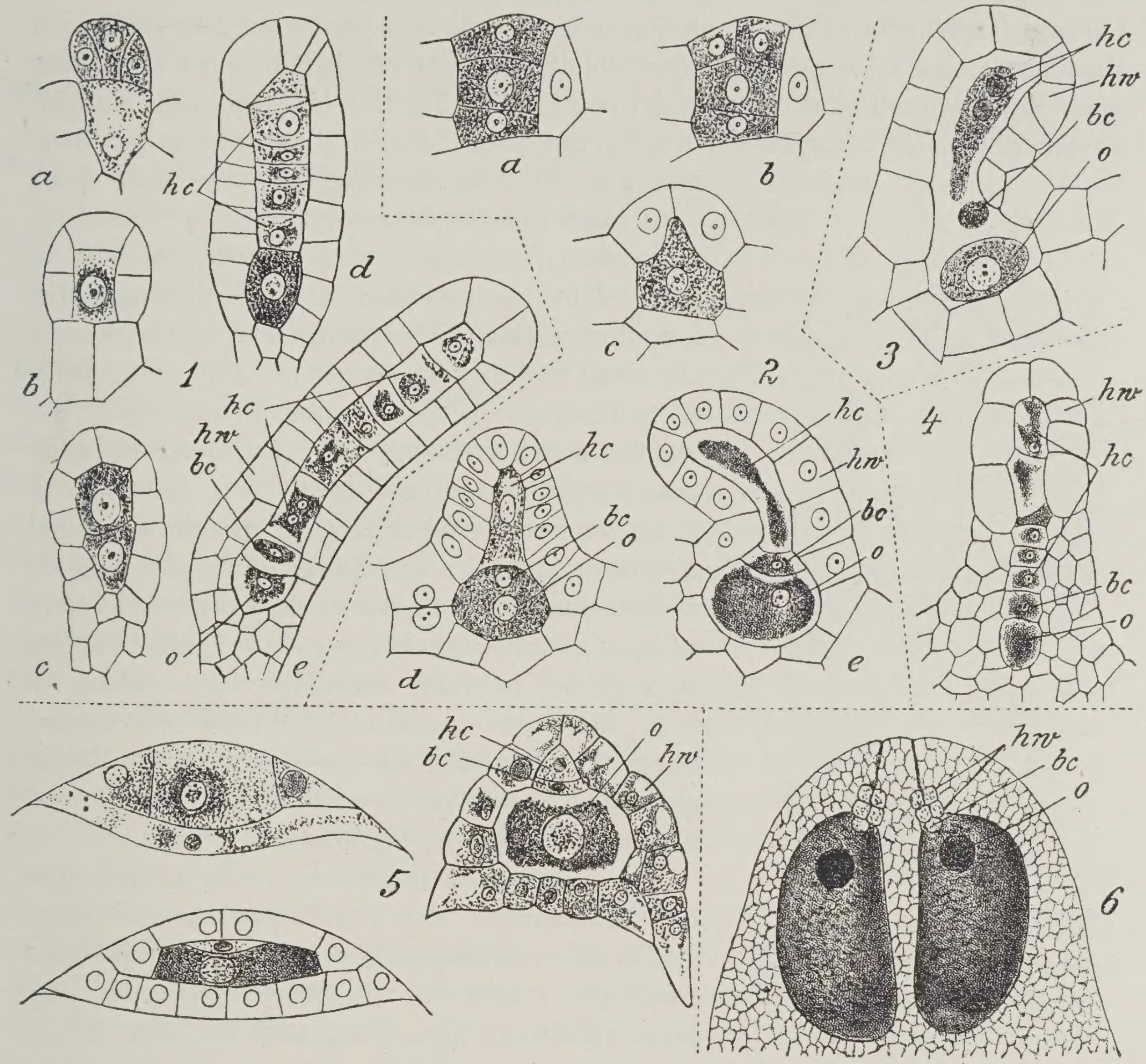


Abb. 183. Vergleich der Archegonien der Bryophyten, Pteridophyten und Gymnospermen. — Fig. 1. Entwicklung des Archegoniums von *Madotheca Bolanderi* (Lebermoos). — Fig. 2. Entwicklung des Archegoniums eines isosporen Farnes *(a—d Osmunda, e Pteridium).* — Fig. 3. Unreifes Archegonium von *Struthiopteris germanica*; Fig. 4 dasselbe von *Lycopodium clavatum.* — Fig. 5. Entwicklung des Archegoniums von *Pilularia globulifera.* — Fig. 6. Oberer Teil des primären Endosperms von *Picea* mit 2 Archegonien. — In allen Figuren bedeutet: *o* Eizelle, *bc* Bauchkanalzelle, *hw* Halswand, *hc* Halskanal. — Fig. 1, 3, 5 nach Campbell, 2 nach Sadebeck, 4 nach Bruchmann, 6 nach Strasburger.

Bauchkanalzelle (*bc*). Die Archegonien der Bryophyten stellen wie die Antheridien freie Abschnitte des Gametophyten dar, nur in wenigen Fällen sind sie dem Gewebe desselben mehr oder minder eingesenkt.

Die weiblichen Geschlechtsorgane der Pteridophyten sind jenen der Bryophyten vollkommen homolog (Abb. 183, Fig. 2 bis 5). Sie lassen gleich-

falls Bauch- und Halsteil unterscheiden. Die schwache Ausbildung der Bauchwand steht mit der fortschreitenden Einsenkung des Archegoniumbauches in das Gewebe des Gametophyten in Zusammenhang. Der Bauchteil enthält wie bei den Bryophyten Eizelle (*o*) und Bauchkanalzelle (*bc*). Der Halsteil weist Halswand (*hw*) und Halskanal (*hc*) auf, der letztere entsteht entweder (*Lycopodium*-Arten, Fig. 4) analog wie bei den Bryophyten aus mehreren Halskanalzellen oder nur aus einer solchen, in der oft durch eine Kernteilung noch die Mehrzelligkeit angedeutet wird (Fig. 3). Bei heterosporen Pteridophyten (*Marsilia, Selaginella*) unterbleibt auch diese Teilung und es ist überhaupt nur eine Halskanalzelle vorhanden (Fig. 5).

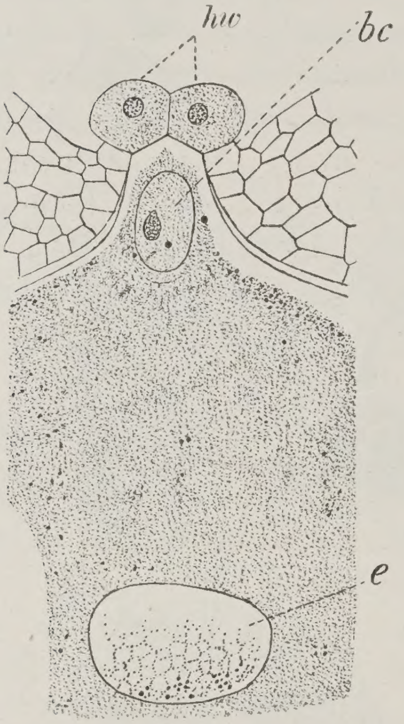


Abb. 184. Oberer Teil des Archegoniums von *Dioon (Cycadinae)*. *e* Eizelle, *bc* Bauchkanalzelle, *hw* Halswandzellen. — Nach Chamberlain.

Auch bei den Gymnospermen (Coniferen, Cycadeen) finden sich Archegonien, welche in dem dem Gametophyten der Pteridophyten homologen Gewebe, dem primären Endosperm, auftreten und diesem eingesenkt sind. Im Bauchteile findet sich neben der Eizelle (Fig. 6 *o*) wieder die Bauchkanalzelle (*bc*), letztere allerdings gewöhnlich nur durch den Bauchkanalkern vertreten; die Halswand besteht aus einer wechselnden Zahl von Zellen (*hw*), sie geht bis auf die Zahl 2 herab (vgl. z. B. *Dioon*, Abb. 184), während die Reduktion der Halskanalzellen, die sich schon bei den Pteridophyten beobachten ließ, hier zu einem vollständigen Schwinden derselben führt. Sehr bemerkenswert ist, daß in einzelnen Fällen noch eine Halskanalzelle vorkommt (*Microcycas, Cephalotaxus*).

Die Homologien zwischen den Archegonien der Bryophyten, der Pteridophyten und eines Teiles der Gymnospermen sind daher vollständig zweifellos. Erst bei einigen Gruppen der letzteren (*Gnetinae* zum Teil) und bei den Angiospermen treten so wesentliche Modifikationen im Baue des weiblichen Organes auf, daß eine Homologisierung Schwierigkeiten bereitet; hier können wir ohne wesentliche Veränderung des Begriffes „Archegonium" diese Bezeichnung nicht mehr gebrauchen. Doch kann die Schwierigkeit einer Homologisierung die Bedeutung des bisher durchgeführten Vergleiches nicht abschwächen, da der genetische Zusammenhang zwischen Gymnospermen und Angiospermen aus anderen noch zu erörternden Gründen ganz zweifellos ist, da zudem auch eine Auffassung der Teile des weiblichen Organes möglich ist, welche mit ihrer Zurückführung auf Archegonien vollständig im Einklange steht[7]).

Eine vergleichende Betrachtung der Archegonien ergibt mithin dasselbe Resultat, wie ein Vergleich der Antheridien. Bei den Bryophyten,

---

[7]) Porsch O., Vers. einer phylog. Erkl. d. Embryos. u. d. dopp. Befr. d. Angiosp., 1907.

Pteridophyten und einem Teile der Gymnospermen erscheinen die Archegonien nicht nur als vollkommen homologe, sondern als wesentlich gleich gebaute Organe; es läßt sich eine schrittweise Vereinfachung im Baue der Archegonien, welche mit der fortschreitenden Reduktion des Gametophyten überhaupt Hand in Hand geht, nachweisen, bis schließlich bei einem Teile der Gymnospermen und den Angiospermen mit dem starken Zurücktreten des Generationswechsels eine wesentlichere Umgestaltung der weiblichen Organe platzgreift, die aber noch immer eine Homologisierung derselben mit den Archegonien zuläßt.

4. Die Sporangien. Die vorstehenden Erörterungen über die Möglichkeit der Aufdeckung von Homologien beziehen sich auf den der geschlechtlichen Fortpflanzung dienenden Organkomplex, den Gametophyten. Auch der Sporophyt, welcher die ungeschlechtliche Fortpflanzung übernimmt, zeigt deutliche Homologien; von diesen seien hier nur jene ausführlicher behandelt, welche die Organe, in welchen die Sporen entstehen, die Sporangien betreffen. Allen Sporangien und ihnen gleichwertigen Organen ist gemeinsam, daß die Sporen und deren Homologa zu vieren in einer Mutterzelle entstehen (Tetraden) und daß diese zweimalige Zweiteilung die Reduktionsteilung ist. Die folgende Darlegung soll sich auf die Sporangien der Pteridophyten und auf die ihnen homologen Organe der Gymnospermen und Angiospermen beziehen; zwischen den die Sporen hervorbringenden Organen der Bryophyten und den Sporophyten der Pteridophyten existieren auch unzweifelhafte Beziehungen, deren Darstellung aber eine ausführliche Behandlung erfordern und hier die Klarheit der Übersicht beeinträchtigen würde, weshalb sie später erfolgen soll. Daß die Homologisierung der vegetativen Teile des Sporophyten von den Pteridophyten aufwärts keine Schwierigkeiten bereitet, möge hier nur erwähnt werden.

Die Sporangien der isosporen Pteridophyten bestehen der Anlage nach aus einer sterilen Wand (Abb. 185, Fig. 1 und 2 *w*), welche je nach dem Maße, in welchem die Substanz des Sporangien tragenden Blattes zur Bildung jener herangezogen wird, von verschiedenem Bau ist, ferner aus einem zentralen Gewebe, welches aus den Sporenmutterzellen (*M*) und dem peripheren „Tapetum“ (*t*) besteht. Letzterem kommen verschiedene physiologische Funktionen zu. Die Sporen entstehen zu vieren in einer Mutterzelle.

Bei den heterosporen Pteridophyten tritt eine Differenzierung in der Ausbildung der Sporangien ein, welche mit der Reduktion des Gametophyten und der Übertragung des sexuellen Dimorphismus des Gametophyten auf den Sporophyten in Zusammenhang steht. Es entwickeln sich Makrosporangien mit wenigen Makrosporen, welche nur weibliche Prothallien liefern, und Mikrosporangien mit zahlreichen Mikrosporen, die männliche Prothallien ausbilden. Der Bau dieser dimorphen Sporangien stimmt nun mit dem Bau der Sporangien der isosporen Pteridophyten vollständig überein: auch hier findet sich Teilung in Wand, Tapetum und sporenbildenden Zellkomplex (Abb. 185, Fig. 3) und in den Mutterzellen entstehen die Sporen zu vieren.

Bei den Gymnospermen drückt sich der sexuelle Dimorphismus, welcher bei den heterosporen Pteridophyten sich in der Ausbildung von zwei Kategorien von Sporangien äußerte, auch im Baue der Blätter aus, welche die den Sporangien homologen Teile tragen. Den die Mikrosporangien tragenden Blättern sind die Staubblätter, den die Makrosporangien

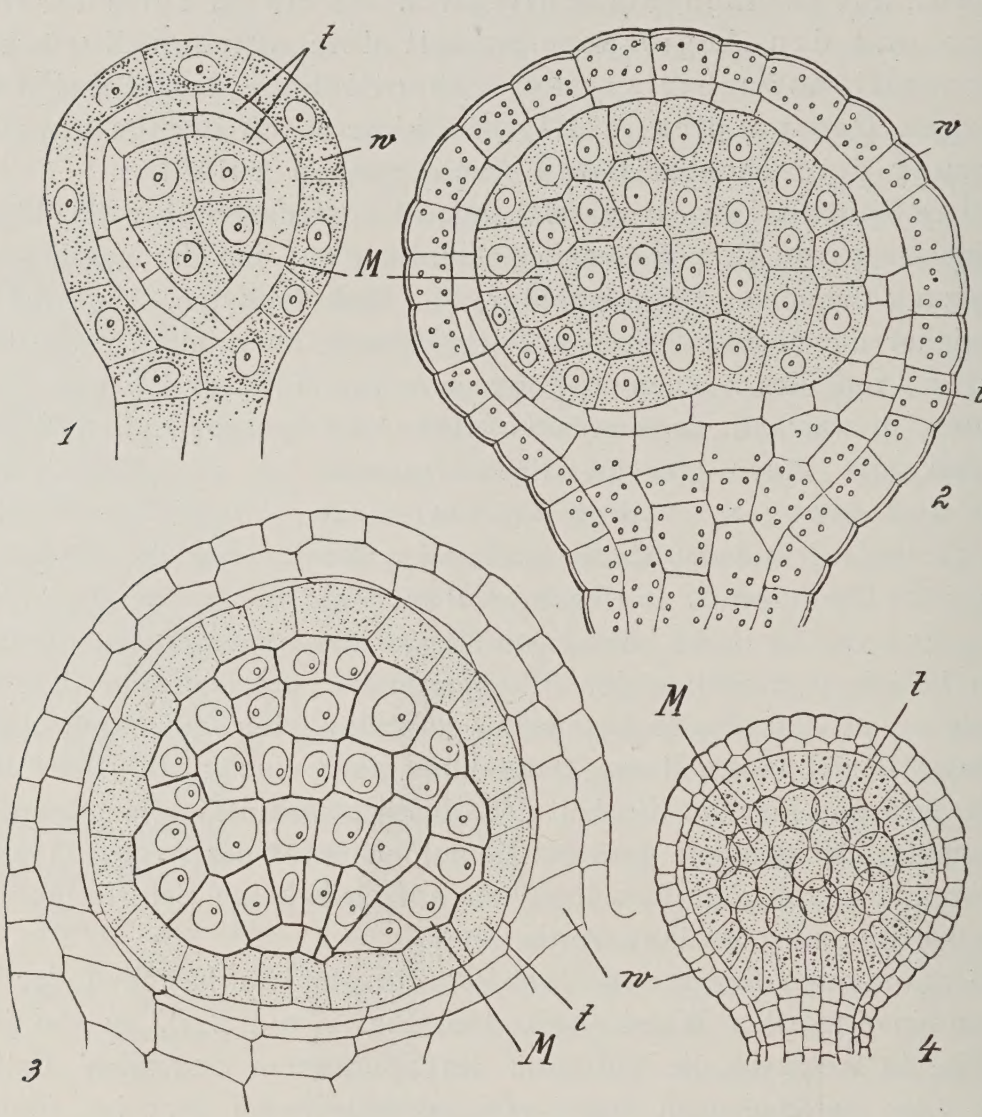


Abb. 185. Vergleichende Darstellung des Baues der Sporangien und der ihnen homologen Organe. — Fig. 1. Junges Sporangium von *Asplenium Adiantum-nigrum* im Längsschnitte. — Fig. 2. Dasselbe von *Lycopodium clavatum*. — Fig. 3. Junges Mikrosporangium von *Selaginella inaequalifolia* im Längsschnitte. — Fig. 4. Querschnitt durch einen jungen Pollensack von *Symphytum officinale*. — Alle Figuren vergrößert; in allen Figuren bedeutet: *w* Wand, *t* Tapetum, *M* Gewebe, in dem die Sporen, respektive Pollenkörner gebildet werden. — Fig. 1 und 2 nach Sadebeck, 3 nach Sachs, 4 nach Goebel.

tragenden die Fruchtblätter homolog. Besonders deutlich treten diese Homologien bei den Staubblättern hervor. Sie entwickeln die Pollenkörner, die den Sporen der Pteridophyten vergleichbar sind, in Pollensäcken, welche einen Bau besitzen, dessen Übereinstimmung mit dem Baue der Mikrosporangien eine vollständige ist. Selbst in den viel komplizierter gebauten, aus den Fruchtblättern hervorgehenden und den Makrosporangien entsprechenden

Samenanlagen sind Homologien mit diesen nachweisbar. So geht bei den Gymnospermen der Bildung jener Zelle, welche zum archegonientragenden Endosperm, also zum Homologon der Makrospore wird, eine Vierteilung der Mutterzelle voraus (Abb. 186, Fig. 2).

Auch bei den Angiospermen ist der Bau der Pollensäcke ohneweiters vergleichbar dem der Mikrosporangien (vgl. Fig. 3 u. 4 in Abb. 185); der Embryosack, das Homologon der Makrospore ist auch hier das Produkt einer Tetradenbildung (Abb. 186, Fig. 3).

Die vorstehenden Ausführungen ergeben, daß es zahlreiche bedeutungsvolle Homologien zwischen den großen Gruppen der Cormophyten gibt, so daß der Gedanke an einen phylogenetischen Zusammenhang derselben heute

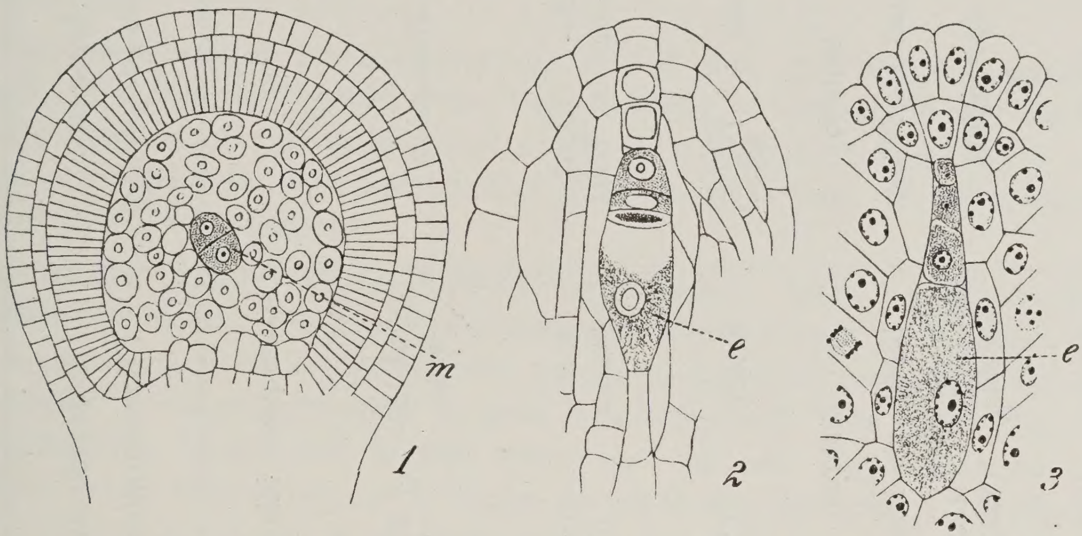


Abb. 186. Vergleichende Darstellung der Entwicklung der Makrospore der heterosporen Pteridophyten und der ihr homologen Organe der Gymnospermen und Angiospermen. — Fig. 1. Junges Makrosporangium von *Selaginella erythropus*, in der Mitte die Makrosporenmutterzelle *m* mit beginnender Vierteilung. — Fig. 2. Stück des Nucellus von *Larix decidua*; eine der vier schattierten Zellen, welche durch Teilung einer Mutterzelle entstanden sind, wird zum primären Endosperm *(e)*. — Fig. 3. Stück des Nucellus von *Canna indica*; eine der vier Zellen, welche durch Teilung einer Mutterzelle entstanden sind, wird zum Embryosack *(e)*. — Stark vergr. — Fig. 1 schematisiert nach Goebel, Fig. 2 nach Strasburger, Fig. 3 nach Smith.

nicht mehr abzuweisen ist. Allerdings darf dieser Zusammenhang — das kann nicht oft genug betont werden — nicht so aufgefaßt werden, daß die heutigen Pteridophyten von den heutigen Bryophyten, die heutigen Angiospermen von den heutigen Gymnospermen etc. abzuleiten sind; alle diese Gruppen stellen die letzten Verästelungen des Stammbaumes dar, auf dessen Existenz die Homologien hinweisen.

Die aufgedeckten Homologien gewinnen dadurch an Wert, daß eine Erklärung für die allmähliche Umbildung der als homolog erkannten Organe gefunden werden kann. Zunächst dürfte es zweckmäßig sein, die festgestellten Homologien übersichtlich darzustellen[8]): Siehe die Tabelle auf Seite 274.

[8]) Die in der folgenden Tabelle in derselben Horizontalreihe stehenden Organe sind homolog.

Übersicht der homologen Organe der Cormophyten.

	Bryophyta		Isospore *Pteridophyta*		Heterospore *Pteridophyta*		*Gymnospermae*		*Angiospermae*	
Gametophyt	Spore		Spore		Makrospore	Mikrospore	Mutterzelle d. prim. Endosperms	Junges Pollenkorn	Junger, noch einkerniger Embryosack	Pollenkorn
	Protonema und beblätterte Pflanze		Prothallium		♀ Prothallium	♂ Prothallium	primäres Endosperm	vegetative Zellen im reifen Pollenkorn	reifer Embryosack	vegetative Zelle (resp. Kern) im Pollenkorn
	Archegonium	Antheridium	Archegonium	Antheridium	Archegonium	Antheridium	Archegonium	generative Zelle im Pollenkorn	Eiapparat und Antipoden	Mutterzelle (resp. Kern) der Spermakerne
	Eizelle	Spermatozoid	Eizelle	Spermatozoid	Eizelle	Spermatozoid	Eizelle	Spermatozoid oder Spermakern	Eizelle	Spermakern
Sporophyt	Embryo		Embryo		Embryo		Embryo		Embryo	
	Sporogonium		beblätterte Pflanze		beblätterte Pflanze		beblätterte Pflanze		beblätterte Pflanze	
	sporenbildender Teil des Sporogoniums		Sporangium		Makrosporangium	Mikrosporangium	Nucellus	Pollensack	Nucellus	Pollensack
	Spore		Spore		Makrospore	Mikrospore	Mutterzelle d. prim. Endosperms	Pollenkorn	Embryosack	Pollenkorn

Die Ursachen der Veränderung der homologen Organe der Cormophyten. Eine vergleichende Betrachtung der erwähnten vier Hauptgruppen der Cormophyten ergibt, daß die Veränderungen aller Organe in einem Zusammenhange stehen mit den Veränderungen, welche der Generationswechsel der einfachsten Cormophyten erfahren hat.

Bei den Bryophyten ist der Generationswechsel stets deutlich ausgeprägt: auf den zumeist reich gegliederten Gametophyten mit seinen sexuellen Fortpflanzungsorganen folgt der Sporophyt mit ungeschlechtlicher Fortpflanzung, welcher mit dem ersteren in Verbindung bleibt und in bezug auf Größe und Organausgliederung in der Regel hinter ihm zurücksteht.

Die isosporen Pteridophyten zeigen den gleichen Generationswechsel. Deutlich tritt jedoch eine Verschiebung in der Rolle der beiden Generationen ein: der Gametophyt tritt an Größe und Reichtum der Gliederung zurück, der Sporophyt erlangt in bezug auf beide Eigenschaften das Übergewicht.

Ebenfalls klaren Generationswechsel weisen die heterosporen Pteridophyten auf. Das Zurücktreten der geschlechtlichen Generation macht weitere Fortschritte, sie wird geradezu rudimentär, der Sporophyt tritt vollständig in den Vordergrund. Die Sexualität der geschlechtlichen Generation kommt schon an der ihr vorangehenden ungeschlechtlichen Generation zur Geltung, da schon die Sporangien des Sporophyten einen Dimorphismus erkennen lassen, der dann die Gesamtgestaltung des weiblichen und männlichen Gametophyten beherrscht.

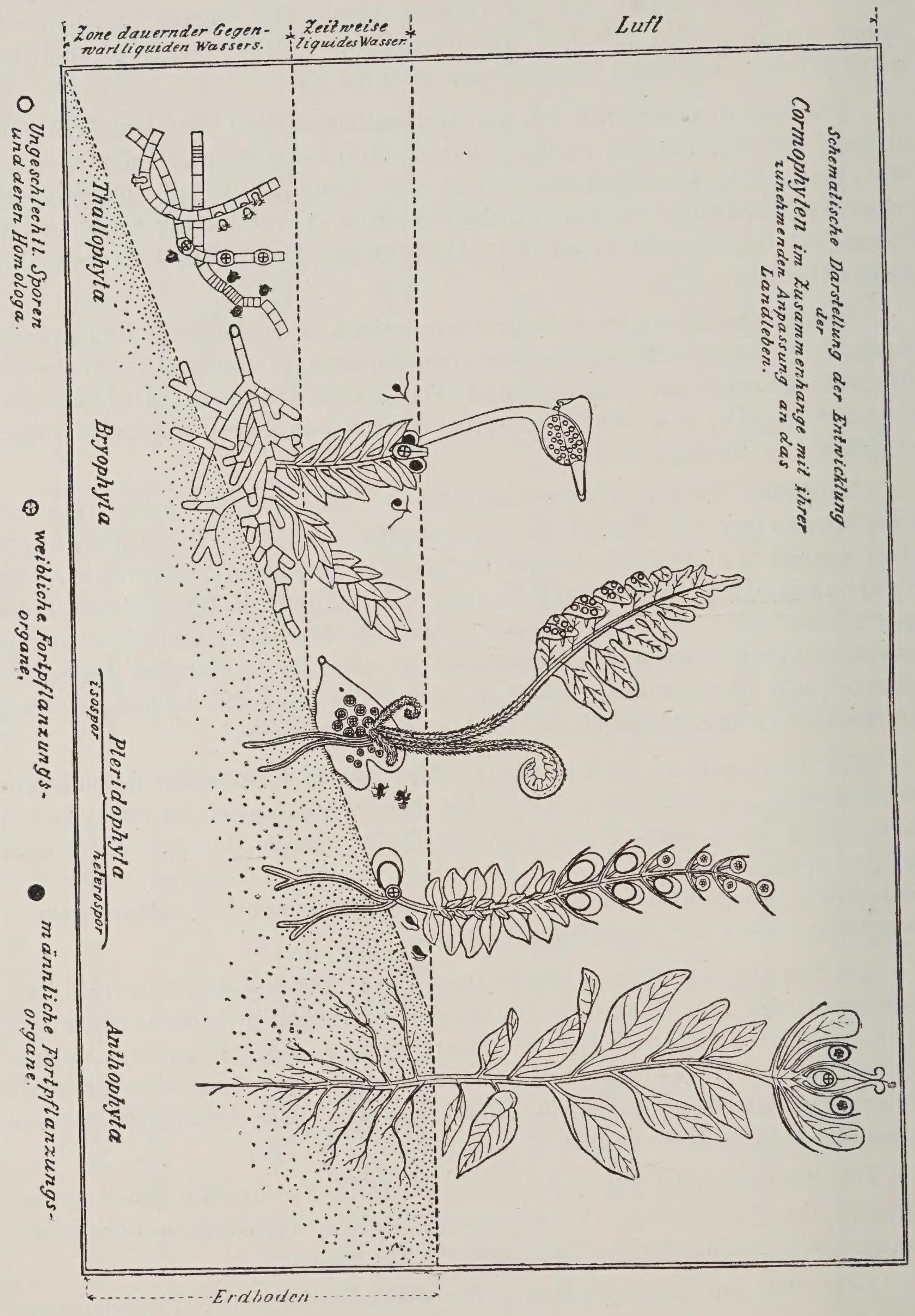
Die Zweiteilung im Leben der Pflanze, in welcher der Generationswechsel zum Ausdrucke kommt, tritt bei den Gymnospermen im äußeren Baue nicht mehr hervor. Der sexuelle Dimorphismus der den Sporangien entsprechenden Organe hat sich dadurch verstärkt, daß diese selbst zu Geschlechtsorganen werden, weil die den Gametophyten entsprechenden Organe in ihnen zur Ausbildung kommen.

Bei den Angiospermen erfährt diese Veränderung des Generationswechsels, die Überführung der ungeschlechtlichen Generation in eine geschlechtliche durch Übertragung der Fortpflanzungsorgane vom Gametophyten auf den Sporophyten eine derartige Steigerung, daß es sogar nicht leicht war, die dem Gametophyten entsprechenden Teile festzustellen.

Die Zusammenstellung auf S. 276 soll durch Vorführung schematischer Figuren diese allmähliche Verschiebung in dem Verhältnisse der beiden Generationen zueinander deutlich hervortreten lassen.

Läßt sich nun eine Erklärung für diese allmählichen Veränderungen finden?

Ein Erklärungsversuch muß von der Aufklärung der Rolle ausgehen,


Schematische Darstellung der Entwicklung der Cormophyten im Zusammenhange mit ihrer zunehmenden Anpassung an das Landleben.
Zone dauernder Gegenwart liquiden Wassers.
Zeitweise liquides Wasser.
Luft
Thallophyta
Bryophyta
Pteridophyta
isospor
heterospor
Anthophyta
Erdboden
Ungeschlechtl. Sporen und deren Homologa.
weibliche Fortpflanzungs-organe.
männliche Fortpflanzungs-organe.

welche der Generationswechsel hier spielt[9]). Der Generationswechsel der Bryophyten bot die Möglichkeit einer Anpassung an das Leben in zwei in bezug auf den Feuchtigkeitsgehalt verschiedenen Medien. Der Gametophyt lebt unter äußeren Verhältnissen, in denen, wenigstens zeitweise, liquides Wasser der ganzen Pflanze zur Verfügung steht. Der beste Beweis für die Abhängigkeit der Pflanze von diesem liegt in dem Umstande, daß der am Schlusse der Entwicklung des Gametophyten sich abspielende Befruchtungsakt durch im Wasser schwimmende Spermatozoiden erfolgt. Der Sporophyt ist in viel höherem Maße an das Luftleben angepaßt, er bezieht das nötige Wasser durch den Gametophyten, die an ihm entstehenden Sporen werden in weitaus den meisten Fällen durch die Luft verbreitet. (Ausnahmen bei abgeleiteten Formen.)

Schon früher wurde angedeutet, daß die Bryophyten von Formen abzuleiten sein dürften, welche einen den Chlorophyceen analogen Bau besaßen. Der Ursprung des Lebens, daher auch des pflanzlichen Lebens war zweifellos im Wasser. Der erste Schritt zur Landpflanze konnte darin bestehen, daß die beiden bei den höheren Thallophyten stets vorhandenen Arten der Fortpflanzung (sexuell und vegetativ) und die mit ihnen abschließenden Generationen in gesetzmäßiger Aufeinanderfolge eintraten und von ihnen eine dem Wasser-, die andere dem Landleben angepaßt war. Es erscheint bemerkenswert, daß auch bei Thallophyten, welche eine Anpassung an das Landleben durchmachten, ein ganz analoger Zusammenhang mit dem Generationswechsel sich zeigt, so bei den Myxophyten und Pilzen (vgl. S. 73 und 176). Der Umstand, daß gerade das Produkt der sexuellen Fortpflanzung, nämlich der Sporophyt, die Anpassung an das Landleben durchführen konnte, ist verständlich. Einerseits repräsentiert er die später entstandene Generation, deren Eigentümlichkeiten nicht in so hohem Maße erblich fixiert waren, wie die des Gametophyten; anderseits setzt die Ausbildung der für das Landleben notwendigen, bestimmt orientierten Organe (Wurzel, beziehungsweise Ernährungsmycel als Befestigungs- und ernährendes Organ; oberirdischer Teil als Assimilations-, bzw. Fortpflanzungsorgan) eine gewisse Polarität in der ersten Anlage voraus. Eine solche konnte und mußte bei einer im Verbande mit dem Gametophyten stehenden Eizelle und dem daraus hervorgehenden Embryo eintreten. Die histologische Verbindung des Sporophyten mit dem Gametophyten ermöglichte die Ernährung des ersteren durch den letzteren und damit seine relative Unabhängigkeit vom Wasser[10]).

---

[9]) Die im folgenden gegebene Darstellung des Zusammenhanges zwischen Generationswechsel und Evolution der Cormophyten soll die letztere verständlich machen und nicht umgekehrt eine Erklärung des Wesens des Generationswechsels überhaupt geben. Letztere setzt allgemeine biologische Gesichtspunkte voraus, vgl. S. 35.

[10]) Dieser Vorstellung von der Ableitung der Bryophyten und ihres Generationswechsels entspricht die Einzeichnung einer Chlorophycee in der beigegebenen chematischen Darstellung; damit soll aber — ich betone dies, um Mißverständnisse zu vermeiden, nochmals — nicht gesagt sein, daß die heutigen Chlorophyceen die Vorfahren der Bryophyten

Bei den isosporen Pteridophyten tritt die von der Gegenwart des Wassers mehr abhängige (geschlechtliche) Generation zurück, die an das Landleben angepaßte bedeutend hervor: Die Pflanze ist in viel höherem Maße Landpflanze als das Moos. Im Zusammenhang damit steht die an dem Sporophyten auftretende Gliederung in Stamm, Blatt und Wurzel[11]), die Ausbildung von hochentwickelten Leitungsbahnen, den Leitbündeln. Die Umwandlung der an das Leben und die Fortpflanzung in zwei Medien angepaßten Pflanze in eine Landpflanze geht noch um einen Schritt weiter bei den heterosporen Pteridophyten. Die geschlechtliche Generation ist so reduziert, daß sie gerade noch hinreicht zur Ausbildung der Geschlechtsorgane, welche infolge der erblich festgehaltenen Art der Befruchtung durch Spermatozoiden von der Gegenwart liquiden Wassers abhängig ist[12]). Die Notwendigkeit der tunlichsten Abkürzung der Geschlechtsgeneration bewirkt, daß der Entwicklung derselben schon im Sporangium des Sporophyten vorgearbeitet wird: der Dimorphismus der Sporangien hängt damit zusammen.

Bei den Gymnospermen endlich fällt die geschlechtliche Generation als selbständige Generation ganz weg; dies war in dem Momente möglich, in dem die Pflanze ganz zur Landpflanze wurde und an Stelle der Befruchtung durch im Wasser schwimmende Spermatozoiden die Befruchtung durch Vermittlung der Pollenschläuche trat. Außerordentlich belehrend ist in dieser Hinsicht das Verhalten der niedrigst stehenden unter den heute lebenden Gymnospermen, der Cycadinen und Ginkgoinen, bei denen noch Spermatozoiden vorkommen, die in einer vom weiblichen Organe ausgeschiedenen Flüssigkeit zur Eizelle schwimmen, während zur gleichen Zeit schon die erste Andeutung des Pollenschlauches sich in der in das Nucellargewebe eindringenden Verlängerung des Pollenkornes zeigt.

Bei den Angiospermen endlich erlangt die schon bei den Gymnospermen durchgeführte Anpassung an das Landleben in mehrfacher Hinsicht die höchste Ausbildung (Ausnahmen bei abgeleiteten Formen). Die weiblichen Fortpflanzungsorgane erhalten wirksame Schutzeinrichtungen (Fruchtknoten), die Übertragung der Pollenkörner an die zur Befruchtung geeigneten Stellen erfolgt nicht bloß durch den Wind, sondern später auch durch Tiere (Insekten, Vögel). Dementsprechend erfahren auch die mit dem

---

waren, sondern nur angedeutet werden, daß die Vorfahren derselben etwa von der Beschaffenheit der Chlorophyceen gewesen sein könnten. Die heutigen Chlorophyceen sind durchwegs Haplobionten; es ist wohl anzunehmen, daß schon bei den Vorläufern der Bryophyten ein Generationswechsel vorhanden war.

[11]) Diese Bezeichnungen sind hier in dem Sinne gebraucht, daß unter „Wurzel“ das befestigende und nahrungaufnehmende Organ, unter „Blatt“ das Assimilationsorgan, unter „Stamm“ der Träger derselben gemeint ist.

[12]) Daß gerade unter den heute lebenden heterosporen Pteridophyten relativ nicht wenige Wasserpflanzen sind *(Hydropteridales)*, widerspricht dieser Auffassung keineswegs. Es ist leicht einzusehen, daß gerade die Übergangstypen als Landpflanzen leicht aussterben konnten, während für die an das Wasserleben sekundär angepaßten Formen die Möglichkeit der Erhaltung größer war.

Befruchtungsvorgang indirekt in Zusammenhang stehenden Organe (Blütenteile) Veränderungen.

Die wichtigsten Verschiedenheiten im gesamten Aufbaue, welche die großen Gruppen der Cormophyten aufweisen, stehen mithin im innigsten Zusammenhang mit der zunehmenden Unabhängigkeit eines großen Teiles der Pflanze von der Gegenwart liquiden Wassers; die vier großen Gruppen der Cormophyten, welche wir unterscheiden, repräsentieren ebenso viele Abschnitte in dem großen Prozesse der Anpassung der ursprünglich an das Wasser vollständig gebundenen Pflanze an das Landleben. Der Generationswechsel bot die Möglichkeit für diesen Entwicklungsprozeß.

Die Aufdeckung von Homologien zwischen den S. 260 u. 261 unterschiedenen Gruppen der Cormophyten, die Auffindung einer mit allen Tatsachen in Einklang stehenden Erklärung für die Veränderungen der homologen Organe gibt uns das Recht, den Stamm der Cormophyten als einen entwicklungsgeschichtlich einheitlichen zu betrachten. Nach dem Gesagten entspricht daher folgende Einteilung der Cormophyten phylogenetischen Erkenntnissen:

I. Abteilung: ***Archegoniatae*, Archegoniaten.** Generationswechsel in der Ausbildung zweier auch äußerlich scharf umgrenzter Organkomplexe mit verschiedenen Arten der Fortpflanzung deutlich ausgeprägt. Weibliche Fortpflanzungsorgane in Form von Archegonien, welche auf dem Gametophyten entstehen. Befruchtung durch Spermatozoiden. Keine Blüten[13]).

1. Unterabteilung: ***Bryophyta.*** Charakteristik S. 260.

2. Unterabteilung: ***Pteridophyta.*** Charakteristik S. 260.

II. Abteilung: ***Anthophyta*, Blütenpflanzen.** Generationswechsel infolge des Umstandes, daß die dem Gametophyten entsprechenden Teile ganz im Innern von Organen des Sporophyten sich ausbilden, äußerlich nicht scharf hervortretend oder geradezu nur in Spuren nachweisbar. Weibliche Fortpflanzungsorgane (mit Ausnahme derjenigen der einfachen Formen) keine typischen Archegonien. Befruchtung durch Vermittlung eines Pollenschlauches. Eigene Sprosse im Dienste der sexuellen Fortpflanzung als Blüten ausgebildet.

1. Unterabteilung: ***Gymnospermae.*** Charakteristik S. 261.

2. Unterabteilung: ***Angiospermae.*** Charakteristik S. 261.

---

[13]) Es liegt in der Natur eines phylogenetischen Systems (vgl. S. 12), daß die Unterschiede nicht absolut scharfe sind; die oben gegebene Einteilung wird daher auch dadurch nicht berührt, daß bei den höchstorganisierten Pteridophyten blütenartige Bildungen *(Selaginella)*, daß bei den einfachsten Gymnospermen Spermatozoiden, daß bei den meisten Gymnospermen überhaupt noch Archegonien vorkommen. Durch die Verwendung der hier angeführten, sich an die herrschenden Anschauungen anlehnenden Einteilung werden zweifellos gut gekennzeichnete Entwicklungsabschnitte charakterisiert und das ist ja der Zweck eines Systems. Die in neuerer Zeit vorgeschlagene Einteilung (vgl. Lotsy J. P., Vortr. üb. bot. Stammesgesch., II., 1909) der Cormophyten in *Zoidiogamia* (Archegoniaten

I. Abteilung. Archegoniatae, Archegoniaten.

Charakteristik S. 279.

I. Unterabteilung. Bryophyta, Moose.

Deutlicher antithetischer Generationswechsel. Auf einen der sexuellen Fortpflanzung dienenden haploiden Organkomplex, den Gametophyten, folgt regelmäßig ein der ungeschlechtlichen Fortpflanzung dienender diploider Organkomplex, der Sporophyt[14]).

Der Gametophyt ist stets vielzellig und zeigt häufig Gliederung in ein thallusartiges chlorophyllhaltiges Anfangsstadium, das Protonema (Vorkeim) und in die Moospflanze, welche bei den meisten Formen deutliche Gliederung in Blatt und Stamm aufweist. Bei abgeleiteten Formen tritt mehrfach eine flächige Verbreiterung des Stammes und Reduktion der Blätter ein, deren assimilatorische Tätigkeit dann auf den Stamm übergeht. Auf diese Weise kommen thallusähnliche Bildungen zustande. Wurzeln fehlen, sie werden ökologisch zum Teile durch Abschnitte des Protonemas oder durch Rhizoide ersetzt. In bezug auf den anatomischen Bau ist das Fehlen von Gefäßen zu erwähnen; Leitbündel fehlen überhaupt oder sind von einfachem Baue. Der Aufbau aller Teile des Gametophyten geht in der Regel auf Teilungen (Segmentierungen) von Scheitelzellen zurück.

Der Gametophyt trägt die Geschlechtsorgane: Antheridien und Archegonien. Dieselben finden sich bei Formen mit deutlicher Gliederung in Blatt und Stamm an Sproßenden; nicht selten sind die Geschlechtsorgane tragenden Abschnitte des Gametophyten von den vegetativen morphologisch stark verschieden: Antheridienstände (Antheridiophoren) und Archegonienstände (Archegoniophoren). Antheridien und Archegonien sind häufig von besonderen schützenden Hüllen umgeben (Involucrum, Perichaetium).

Die Antheridien[15]) sind kugelige, ellipsoidische oder keulenförmige Organe mit einer aus einer Zellschichte bestehenden Wand und einem zen-

---

+ Cycadinen und Ginkgoinen) und *Siphonogamia* trägt zwar dem Vorkommen der Spermatozoidenbefruchtung in höherem Grade Rechnung, zerreißt aber in unnatürlicher Weise die Gymnospermen. Auch die Einteilung Lotsys der *Zoidiogamia* in *Haploidales* (= *Bryophyta*) und *Diploidales* (= *Pteridophyta* + *Cycadinae* und *Ginkgoinae*) ist ebensowenig glücklich, wie die Bugnons (1921) in *Gametophyteae* (= *Bryophyta*) und *Sporophyteae*. Die dabei verwendeten Namen müßten zu Verwechslungen mit Typen der Thallophyten führen.

[14]) Über experimentell erzeugte diploide Gametophyten und tetraploide Sporophyten vgl. Marchal El. et Em., Aposporie et sexualit. chez les mousses. Bull. Acad. Roy. d. Belg., 1911.

[15]) Vgl. Waldner M., Entw. d. Anth. v. *Anthoc.* Sitzb. d. Wiener Ak., LXXV., 1877. — Campbell D. H., The struct. and dev. of Moss. and Ferns. 2. Aufl., 1905. — Über d. Öffnungsmechanismus vgl. Goebel K. in Ann. d. jard. bot. Buitenz., I. Suppl., 1898; Organographie, 2. Aufl., 1915.

tralen Gewebe, das aus den Mutterzellen der Spermatozoiden sich zusammensetzt. Die Spermatozoiden[16]) bestehen im wesentlichen aus einem langgestreckten Spermakern (Abb. 187, *k*) mit hinten anhängendem Cytoplasmarest (*c*) und einem cytoplasmatischem Vorderende (c_1) mit zwei endständigen Cilien (*ci*), mittels deren das Spermatozoid im Wasser zu dem weiblichen Organe schwimmt. Verschiedenheiten im Antheridienbaue hängen zumeist mit Anpassungen zusammen.

Die Archegonien[17]) sind meist annähernd flaschenförmige Organe (Abb. 188, Fig. 1; Abb. 183, Fig. 1 u. Abb. 192, Fig. 5), deren basaler Teil (Bauchteil) aus der ein- oder mehrschichtigen Wand und der Zentralzelle besteht, welche vor der Befruchtung sich in die Eizelle und die Bauchkanalzelle teilt. Der obere langgestreckte Teil des Archegoniums bildet den Hals desselben; er besteht aus einer einschichtigen Wand und einer zentralen Reihe von Halskanalzellen, die sich vor der Befruchtung auflösen und dadurch den mit einer schleimigen Flüssigkeit erfüllten Halskanal bilden (Leitungsweg für die Spermatozoiden). Zwischen den Antheridien und den Archegonien finden sich oft Paraphysen.

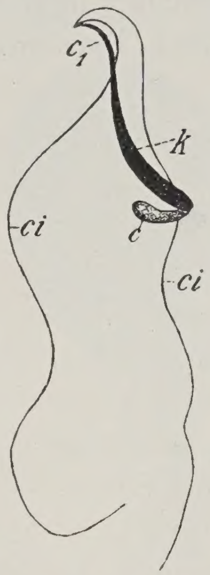


Abb. 187. Spermatozoid von *Marchantia polymorpha*; *k* Kern, *c* rückwärtiger, c_1 vorderer Cytoplasmateil, *ci* Cilien. — Stark vergr. — Nach Ikeno.

Der Sporophyt, bei den Bryophyten speziell Sporogonium genannt, geht aus der befruchteten Eizelle hervor. Er bleibt mit dem Gametophyten in innigem Zusammenhange und wird zumeist von letzterem ernährt; in bezug auf die Größe tritt er zumeist hinter dem Gametophyten zurück und erscheint geradezu als Anhangsgebilde desselben. Er zeigt niemals Gliederung in Blatt und Stamm, besitzt einen basalen, die Verbindung mit dem Gametophyten herstellenden Teil, den Fuß, einen mehr oder minder verlängerten Stiel und den sporenbildenden Teil, die Kapsel, die im jugendlichen Zustande bei allen Formen aus der Wand und den Mutterzellen der Sporen, dem Archesporium, besteht. Beschaffenheit der Wand und des Archespors, speziell Gliederung derselben bei den Gruppen der Bryophyten verschieden. Die Sporen entstehen zu vieren in einer Mutterzelle; ihre Haut

---

[16]) Vgl. Ikeno S., Die Spermatogenese von *Marchantia polym.* Beih. z. bot. Zentralbl., XV., 1903. — Humphrey H. B., The developm. of *Fossombr.* Ann. of Bot., XX., 1906. — Wilson M., Spermatog. in the Bryophyt. Ann. of Bot., XXV., 1911. — Woodburn W. L., Spermatog. in cert. Hep. Ann. of Bot., XXV., 1911; Spermat. in *Blasia.* A. a. O., XXVII., 1913. — Walker N., Abnorm cell-fus. and spermatog. in *Polytrichum.* Ann. of Bot., XXVII., 1913.

[17]) Vgl. Janczewski E., Vgl. Unters. üb. d. Entw. d. Archeg. Botan. Zeitung, 1872. — Gayet, Rech. s. l. devel. de l'archeg. Ann. sc. nat., VIII. ser., tom. 3., 1897. — Goebel K., Organogr., 2. Aufl., 1915. — Bryan G., The archeg of *Sphagn. subsec.* Bot. Gaz., LIX., 1915. — Melin E., Üb. d. Arch. v. *Sphagn.* Sv. Bot. Tidskr., X., 1916. — Florin R., Das Archeg. v. *Riccardia.* Sv. Bot. Tidskr., XII., 1918.

besteht aus dem Exosporium (äußere Haut) und dem Endosporium; ersteres läßt häufig wieder zwei Schichten (Perine und Exine) erkennen. Mit dem Öffnen der Kapsel und dem Ausstreuen der Sporen stehen mannigfache, für die einzelnen Gruppen recht charakteristische Einrichtungen im Zusammenhange; die Sporenverbreitung erfolgt zumeist durch bewegte Luft.

Der Gametophyt erscheint in der Regel in viel höherem Maße von der Gegenwart liquiden Wassers abhängig als der Sporophyt, obgleich der erstere vielfach Einrichtungen aufweist, welche das Überdauern trockener Perioden

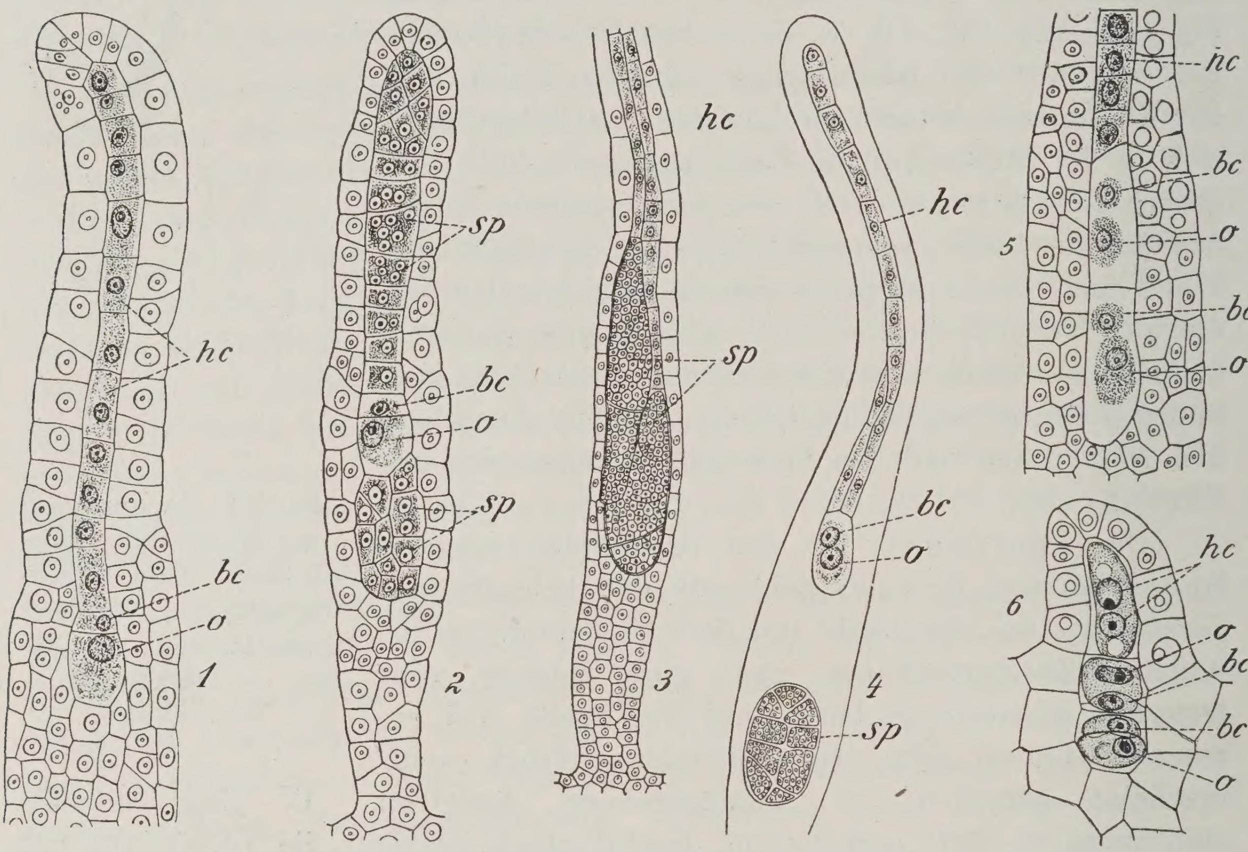


Abb. 188. Ein normales (Fig. 1) und 4 abnormale (Fig. 2—5) Archegonien von *Mnium cuspidatum*, welche die Homologien von Archegonium und Antheridium beweisen. In Fig. 2 finden sich über und unter der Eizelle (*o*) Teilungen, die denjenigen im Antheridium vollkommen gleichen. In Fig. 3 finden sich im Archegonium Spermatozoiden bildende Gewebe *sp*. Ebenso in Fig. 4 unter der Eizelle. — Fig. 5. Archegonium mit 2 Eizellen und 2 Bauchkanalzellen. In allen Figuren bedeutet *bc* Bauchkanalzelle, *hc* Halskanalzellen. — Fig. 6. Abnormes Archegonium von *Adiantum cuneatum* mit 2 Ei- und 2 Bauchkanalzellen. Fig. 1—5 nach Holferty, 6 nach Lyon.

bezwecken. Bei Wasserzutritt sich öffnende Antheridien mit im Wasser schwimmenden Spermatozoiden charakterisieren den ersteren, bei Trockenheit sich öffnende Kapseln mit durch bewegte Luft verbreiteten Sporen den letzteren.

Wie schon auf S. 260 erwähnt wurde, ist die Frage nach der Abstammung der Bryophyten noch unbeantwortet. Daß ihre Vorfahren Pflanzen vom Typus der Thallophyten waren, ist wohl unzweifelhaft. Unter den heute lebenden Thallophyten gibt es keine Formen, die mit einiger Wahrscheinlichkeit als Vorläufer der Bryophyten angesehen werden könnten. Bei Erörterung der Möglichkeit, bestimmte Thallophyten zu den Bryophyten in

Beziehung zu bringen, hat man insbesondere die Chlorophyceen und die Phäophyten in Betracht gezogen. Die Heranziehung der letzteren hängt mit der Frage nach dem Ursprung der Archegonien und Antheridien zusammen. Es ist sehr wahrscheinlich, daß diese auf vielzellige Gametangien zurückzuführen sind, indem periphere Zellschichten zur Wand wurden, während die zentralen Zellen einerseits die Mutterzellen der Spermatozoiden, anderseits die Eizellen und die ihnen entwicklungsgeschichtlich gleichwertigen Bauchkanal- und Halskanalzellen lieferten[18]). Das gelegentliche Vorkommen von Spermatozoiden liefernden Zellen in Moosarchegonien, von mehr als einer Eizelle in einem Archegonium (vgl. Abb. 188) spricht sehr für diese Anschauung[19]). Solche vielzellige Gametangien finden

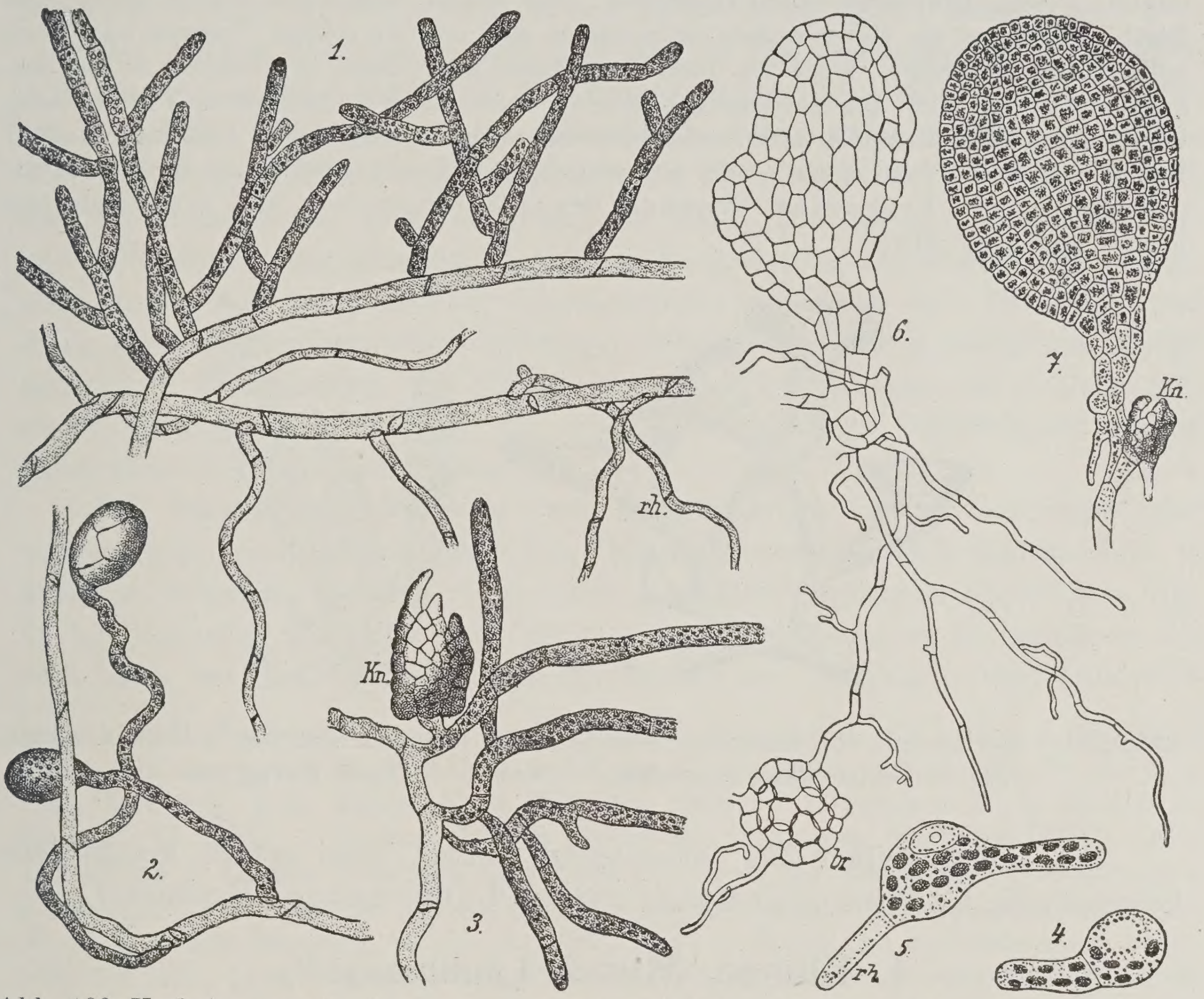


Abb. 189. Vorkeime von Laubmoosen. — Fig. 1 und 2. *Leptobryum pyriforme*; Fig. 1 Protonema mit oberirdischem und unterirdischem Teile, *rh* Rhizoid; Fig. 2 Protonemastück mit Knöllchen. — Fig. 3. *Mnium hornum*, *Kn* Knospe. — Fig. 4 u. 5. Keimende Sporen von *Funaria hygrometrica*, *rh* Rhizoid. — Fig. 6 u. 7. Protonema von *Georgia pellucida*; Fig. 6 aus einem Brutkörper (*br*) entspringend, Fig. 7 mit Knospe *Kn*. — Vergr. mit Ausnahme von 4 u. 5 (diese stärker vergr.) zirka 100fach. — Fig. 1 u. 2 Original, 3—7 nach Sachs.

sich unter den heute lebenden Pflanzen bei den Phäophyten. Trotzdem ist es nicht nötig, gerade diese für die Vorläufer der Bryophyten zu halten[20]). Abgesehen von der Unwahrscheinlichkeit, daß die chlorophyllhaltigen Bryophyten von den braunen Phäophyten abstammen sollten, spricht der Umstand dagegen, daß die Phäophyten, welche überhaupt

[18]) Davis B. M., The origin of the Archegonium. Ann. of Bot., XVII., 1903. — Lyon F., The evol. of the sex. org., l. c.

[19]) Holferty G. M., The Archeg. of *Mnium cuspidatum*. The bot. Gaz., XXXVII., 1904. — Bryan, a. a. O. (vgl. S. 281).

[20]) Schenck H., Üb. d. Phylog. d. Archeg. Bot. Jahrb., XLII., 1908.

sexuelle Fortpflanzung aufweisen, örtlich nicht fixierte Eizellen haben. Daß aber die ganze Gliederung und Entwicklung des Sporophyten der Archegoniaten eine bestimmte Lage der Eizelle und des aus ihr hervorgehenden Embryo voraussetzte, wurde schon S. 277 erwähnt. Als das Wahrscheinlichste kann daher angenommen werden, daß die Bryophyten von noch unbekannten chlorophyceenähnlichen Organismen mit vielzelligen Gametangien abstammen.

Wie aus der vorstehenden Beschreibung hervorgeht, findet sich bei den Bryophyten Gliederung in Stamm und Blatt nur am Gametophyten. Blatt und Stamm sind mithin hier phylogenetisch grundverschieden von Blatt und Stamm der Pteridophyten und Anthophyten, welche dem Sporophyten angehören. Man könnte daraus den Schluß ziehen, daß Blatt und Stamm der Moose anders zu benennen sind und ein solcher Vorgang wäre auch vollkommen berechtigt. Wenn ich diese Konsequenz nicht ziehe, so geschieht es nur deshalb, weil sie mir nicht unbedingt nötig erscheint; wohin käme die biologische Terminologie, wenn man immer ähnliche, aber nicht homologe Organe verschieden benennen wollte? Das Wichtigste ist das Festhalten der Erkenntnis, daß Blatt und Stamm der Bryophyten den so benannten Organen der Pteridophyten und Anthophyten nicht homolog sind.

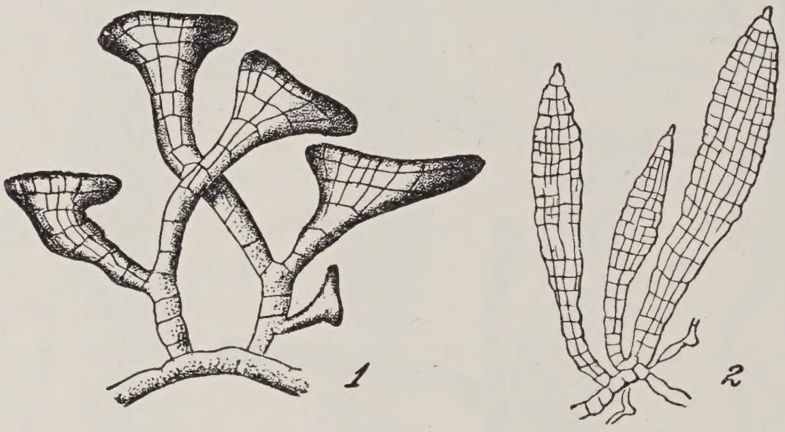


Abb. 190. Vorkeime mit differenzierten, blattähnlichen Organen von: Fig. 1 *Webera sessilis*, Fig. 2 *Tetrodontium repandum*. — Vergr. — Nach Berggren.

Die Unterabteilung der Bryophyten umfaßt zwei scharf geschiedene Gruppen: die Laubmoose *(Musci)* und die Lebermoose *(Hepaticae)*.

1. Klasse, Musci, Laubmoose[21]).

Protonema stets deutlich entwickelt, zumeist fadenförmig und verzweigt, mit Gliederung in oberirdische chlorophyllhältige und unterirdische chlorophyllose Teile, von denen die letzteren schief gestellte Querwände besitzen (Abb. 189, Fig. 1—3); seltener flächenförmig (*Sphagnales*, *Andreaeales*, *Georgia* u. a., vgl. Abb. 189, Fig. 6 u. 7, Abb. 201) oder mit reicherer Gliederung (*Webera*, *Ephemeropsis* u. a., vgl. Abb. 190 u. 200). Damit, daß das Protonema

[21]) Allgemeine Morphologie und Physiologie: Schimper W. P., Recherches anatom. et morphol. s. l. Mousses, 1848. — Hofmeister W., Vergleichende Untersuchungen d. Keimg., Entfaltg. u. Fruchtb. höherer Kryptog., 1851. — Sullivant W. S., Icones musc., 1864. — Lorentz P. G., Grundlin. einer vergleich. Anat. d. Laubm., 1867. — Goebel K., Die Muscineen, in Schenks Handb., 1882; Organographie der Pflanzen, 1898—1901; 2. Aufl., II. T., 1. Hft., 1915; Archegoniatenstudien X, Flora, XCVI.,1906. — Haberlandt G., Beiträge zur Anat. u. Phys. d. Laubm., Jahrb. f. w. Bot., XVII., 1886. — Müller C. u. Ruhland W. in Engler u. Prantl, Natürl. Pflanzenfam., I. 3, 1895—1901. — Tansley A. G.

vom beblätterten Stämmchen nicht wesentlich verschieden ist, hängt zusammen, daß es in den letzterwähnten Fällen manchmal schwer fällt, das Protonema gegen das Stämmchen abzugrenzen. Das Protonema ist ausdauernd oder kurzlebig; aus demselben geht die Moospflanze hervor, indem eine Zelle zur Knospe wird, in der alsbald durch schief gestellte Querwände eine dreiseitig pyramidale Scheitelzelle entsteht. Selten entsteht aus einem Protonema nur eine Moospflanze; meist liefert ein solches viele Pflanzen, das rasenförmige Vorkommen mancher Moose hängt damit zusammen.

Der Aufbau des Stämmchens geht auf die Segmentierung einer Scheitelzelle zurück, welche nach drei Richtungen Segmente abgibt (vgl. Abb. 191, Fig. 8 und 9). Jedes derselben zerfällt durch eine der Sproßrichtung parallele Wand in einen äußeren und einen inneren Teil; letzterer nimmt am Aufbau des Stämmchens teil, ersterer liefert ein Blatt. Die Stellung der Blätter ist eine dreizeilige oder eine durch spätere Veränderung modifiziert dreizeilige, aber fast stets „schraubige“ (Ausnahmen: zweizeilig bei *Fissidens*- und *Rhizogonium*-Arten mit zweischneidiger Scheitelzelle, bei *Schistostega* infolge ungleichen Wachstumes der Stämmchen etc.). Der Aufbau der Blätter geht meist, wenigstens anfänglich, auf eine zweischneidige Scheitelzelle zurück (Ausnahme bei den *Andreaeales*).

Die Stämmchen sind von sehr verschiedener Länge, verzweigt oder unverzweigt; nicht selten zeigt sich Differenzierung in rhizomartige und in aufrecht stehende Sproße, Vorkommen von stolonenartigen Sproßen u. dgl. In histologischer Hinsicht sind fast alle Gewebesysteme zu konstatieren, die sich dann bei den höheren Cormophyten finden. Allgemein sind Oberhaut-

---

and Chick E., Not. on the conduct. syst. in Bryoph. Ann. of Bot., XV., 1901. — Campbell D. H., The struct. and devel. of Moss. and Ferns, 2. ed., 1905. — Zielinski F., Beitr. z. Biol. d. Archeg. u. d. Haube. Flora, 100. Bd., 1910. — Oltmanns F. in Handw. d. Naturw., VI., 1912. — Janzen P., Die Haube der Laubmoose. Hedwigia, LVIII., 1917; Die Blüten d. Laubm. Hedwigia, LXII., 1921. — Merl M., Scheitelzellsegmentierung u. Blattstellung d. Laubmoose. Flora, CIX., 1917. — Systematik und Geographie: Schimper W. P., Bryologia Europaea, vol. 1.—6., 1836—1855. — Müller C., Synopsis musc. frond., 1849 bis 1851; Genera musc. frond., 1901. — Mitten W., Musci austro-americ., 1859. — Jäger A. et Sauerbeck F., Genera et species muscorum, St. Gallen, 1870—1880. — Schimper W. P., Synopsis musc. Europ., ed. 2., 1876. — Juratzka J., Die Laubmoosfl. v. Öst.-Ung., 1882. — Braithwaite R., The Brit. Mossflora, 1882—95. — Lesquereux L. and James Th. P., Manual of the Moss. of N. Am., 1884. — Boulay N., Musc. d. l. France, I., 1884. — Limpricht K. G., Die Laubmoose Deutschlands, Österreichs u. d. Schweiz, 1885—1902. — Paris E. G., Index bryologicus sive Enum. Musc. hucusque cognit., 1895—1900; ed. 2., 1904 etc. — Barnes C. R. and Heald F. F., Anal. keys to the gen. and sp. of N. Am., 1897. — Fleischer M., Die Musci d. Fl. v. Buitenz., 3 Bde., 1902 bis 1908; Neue Famil., Gattg. u. Arten der Laubm. Hedwigia, 45, 1905. — Warnstorf C., Die Leber- u. Torfmoose. Kryptog. Fl. d. M. Brandenb., I., 1903; Laubmoose. A. a. O., II., 1906. — Roth E., Die europ. Laubmoose, 1904—1905; Die europ. Torfmoose, 1906. — Brotherus V. F. in Engler u. Prantl, Natürl. Pflanzenf., I. 3., 1901—1909. — Lotsy J. P., Vortr. üb. bot. Stammesgesch., II., 1909. — Loeske L., Neue Prinz. d. syst. Bryol. Hedwigia, LIV., 1914; Stud. z. vgl. Morphol., 1910; Die Laubmoose Eur., 1. Heft, 1914. — Schaede R., Embryol. Unters. z. Stammesg. I. Beitr. z. Biol. d. Pfl., XIV., 1920. — Kuhlbrodt H., Üb. d. phylog. Entw. d. Spaltöffnungsapp. am Sporoph. Beitr. z. allg. Bot., II., 1922.

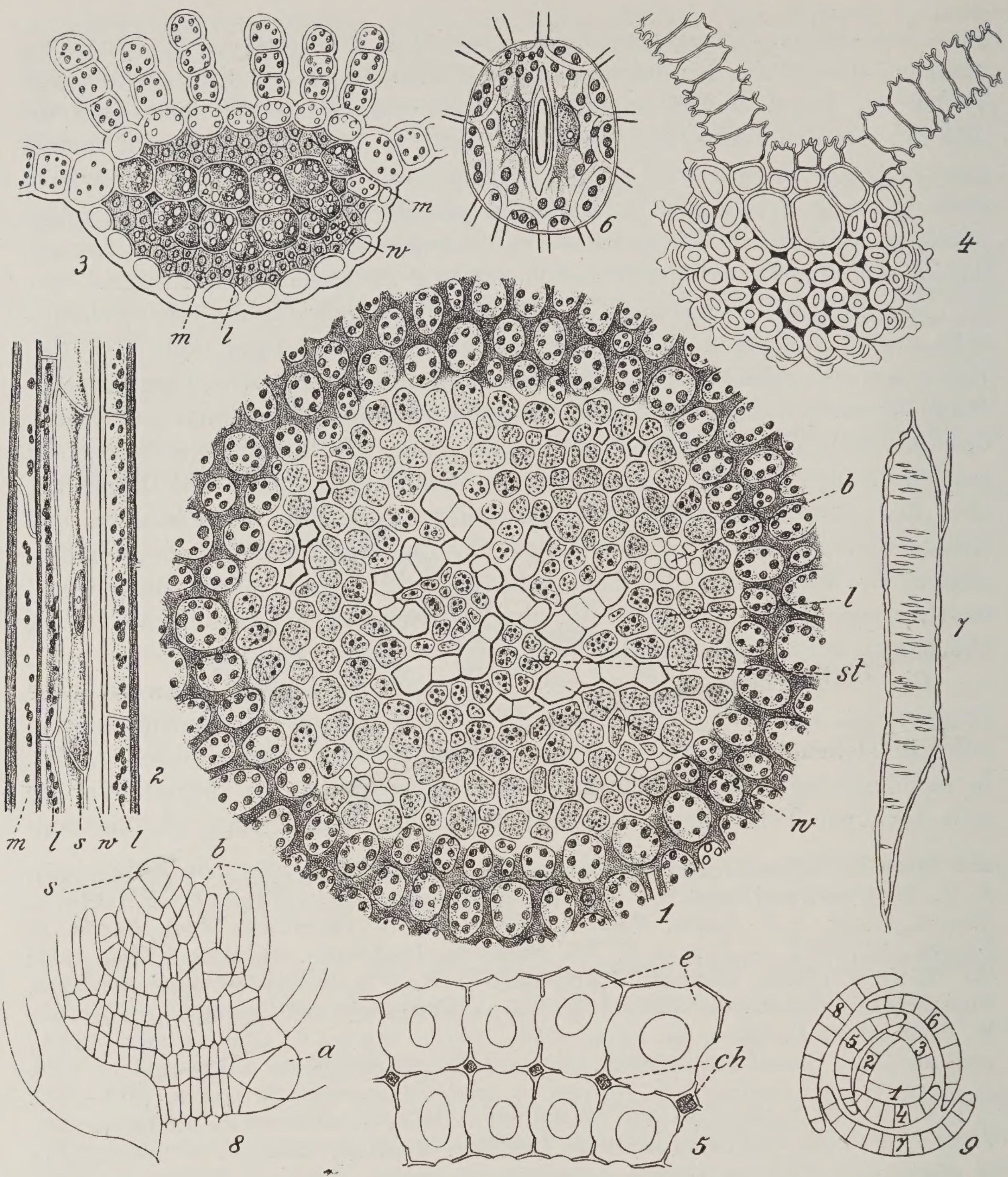


Abb. 191. Anatomischer Bau der Stämmchen, Blätter und Sporogone der Laubmoose. — Fig. 1. Querschnitt durch den zentralen Teil des Stämmchens von *Catharinaea undulata*, *w* wasserleitende Elemente des Hadromteiles, *st* stärkeführendes Parenchym, *l* eiweißleitende Leptomelemente, *b* wasserleitende Elemente der Blattspuren. — Fig. 2. Längsschnitt durch einen Blattspurstrang derselben Art, *m* mechanische Zellen, *l* Leitparenchym, *s* Leptomzelle, *w* wasserleitende Zelle. — Fig. 3. Querschnitt durch die Blattrippe derselben Art, *m* mechanische Zellen, *l* Leitparenchym, *w* wasserleitende Zellen. — Fig. 4. Querschnitt durch die Blattrippe einer *Tortula*-Art. — Fig. 5. Stück eines Blattquerschnittes von *Leucobryum*, *e* Leucocysten, *ch* Chlorocysten. — Fig. 6. Spaltöffnung vom Kapselhals von *Funaria hygrometrica*. — Fig. 7. Zelle aus dem Zentralstrang des Stämmchens von *Bryum leucothrix*. — Fig. 8. Längsschnitt durch den Stammscheitel von *Fontinalis*; *s* Scheitelzelle, *b* Blattanlagen, *a* Astanlage. — Fig. 9. Querschnitt durch den Stammscheitel derselben Art; die Zahlen deuten die Segmente, respektive die aus diesen hervorgegangenen Blätter an. — Alle Figuren stark vergr. — Fig. 1—3, 6, 7 nach Haberlandt, 4 u. 5 Original, 8 u. 9 nach Leitgeb.

zellen, mechanische Elemente (Stereiden) und Zellen, welche Wasser, beziehungsweise Assimilate leiten, zu konstatieren. Letztere vereinigen sich meist zu einfachen Leitbündeln. Bei manchen Formen (z. B. *Polytrichum, Atrichum, Dawsonia* u. a.) zeigt der Zentralstrang dem Xylem und Phloëm höherer Cormophyten analoge Teile, nämlich einen von einer Leptomhülle umgebenen Hadromstrang (vgl. Abb. 191, Fig. 1). An der Oberfläche des Stämmchens entspringen häufig haarförmige Rhizoiden, die vielfach einen dichten „Rhizoidenfilz" bilden oder zu „Rhizoidensträngen" sich vereinigen.

Außer den assimilierenden Blättern finden sich nicht selten reduzierte Niederblätter und dem Schutze der Geschlechtsorgane, sowie der Wasseraufsammlung dienende Hüllblätter (Involucralblätter, Perichaetialblätter). Die Blätter sind stets ungestielt, sie bestehen aus einer oder mehreren Zellagen, im letzteren Falle sind anatomische Differenzierungen häufig. Dieselben führen zur Ausbildung von Mittelsträngen, die bei hochorganisierten Formen phloëmartige und xylemartige Teile aufweisen (Abb. 191, Fig. 3) und oft über das Blattende als Grannen auslaufen, ferner zur Entwicklung randläufiger, vorherrschend mechanisch wirkender Stränge (Randsaum), zur Gliederung der Zellen der Lamina in Hyalinzellen mit Wandperforationen (*e* in Abb. 191, Fig. 5) und kleinen Assimilationszellen (*ch* in Abb. 191, Fig. 5), zur Ausbildung von Lamellen auf der Blattoberfläche (Beispiel: Abb. 191, Fig. 3) u. dgl. Bei manchen Formen sind die Blattzellen papillös (Abb. 191, Fig. 4), respektive mamillös.

Die Geschlechtsorgane treten an den Enden von Stammteilen auf. Ihre Verteilung ist verschieden. Bei diözischen Formen kommt es bisweilen zu sexuellem Dimorphismus der ganzen Pflanze (männliche Zwergpflanzen). Die Geschlechtsorgane sind häufig von eigenen Hüllblättern umgeben. Archegonien stets deutlich terminal, Antheridien manchmal scheinbar lateral (*Sphagnum, Polytrichum*); Archegonien und Antheridien häufig zu größeren Gruppen (Archegonien-, Antheridienstände) vereint. Archegonien und Antheridien entstehen durch Segmentierung einer Scheitelzelle, die bei den ersteren „dreischneidig", bei den letzteren zweischneidig ist (Unterschied von den Lebermoosen). Antheridien zylindrisch, keulenförmig, selten (*Sphagnum*) kugelig, meist kurz gestielt, sich durch eine ein- oder mehrzellige „Öffnungskappe" öffnend; Archegonien flaschenförmig, mit kräftigem, mehrzelligem Stiele (vgl. Abb. 192). Zwischen den Geschlechtsorganen finden sich zumeist sterile Gebilde von mannigfacher, meist fadenförmiger Gestalt (Paraphysen), deren Funktion in manchen Fällen darin bestehen dürfte, daß sie die ersteren vor dem Vertrocknen schützen.

Die Befruchtung der Eizelle des Archegoniums führt zur Entwicklung des Sporogons. Meist wird an einem Stämmchenscheitel nur ein Archegonium befruchtet (regelmäßig mehrere bei einigen *Mnium*- und *Dicranum*-Arten u. a.). Das Sporogon weist zumeist eine Gliederung in den Fuß, den Stiel (Seta) und die Kapsel auf; bei den *Sphagnales* und *Andreaeales* gehört der Träger dem Gametophyten an („Pseudopodium"). Der Stiel eilt in der Entwicklung der Kapsel voraus. Kapsel mit Wand, einem sterilen zentralen

Gewebe (Kolumella; dieselbe fehlt bei *Archidium*) und dem sporenbildenden Gewebe (Sporensack). Das junge Sporogon ist von einer Hülle umgeben,

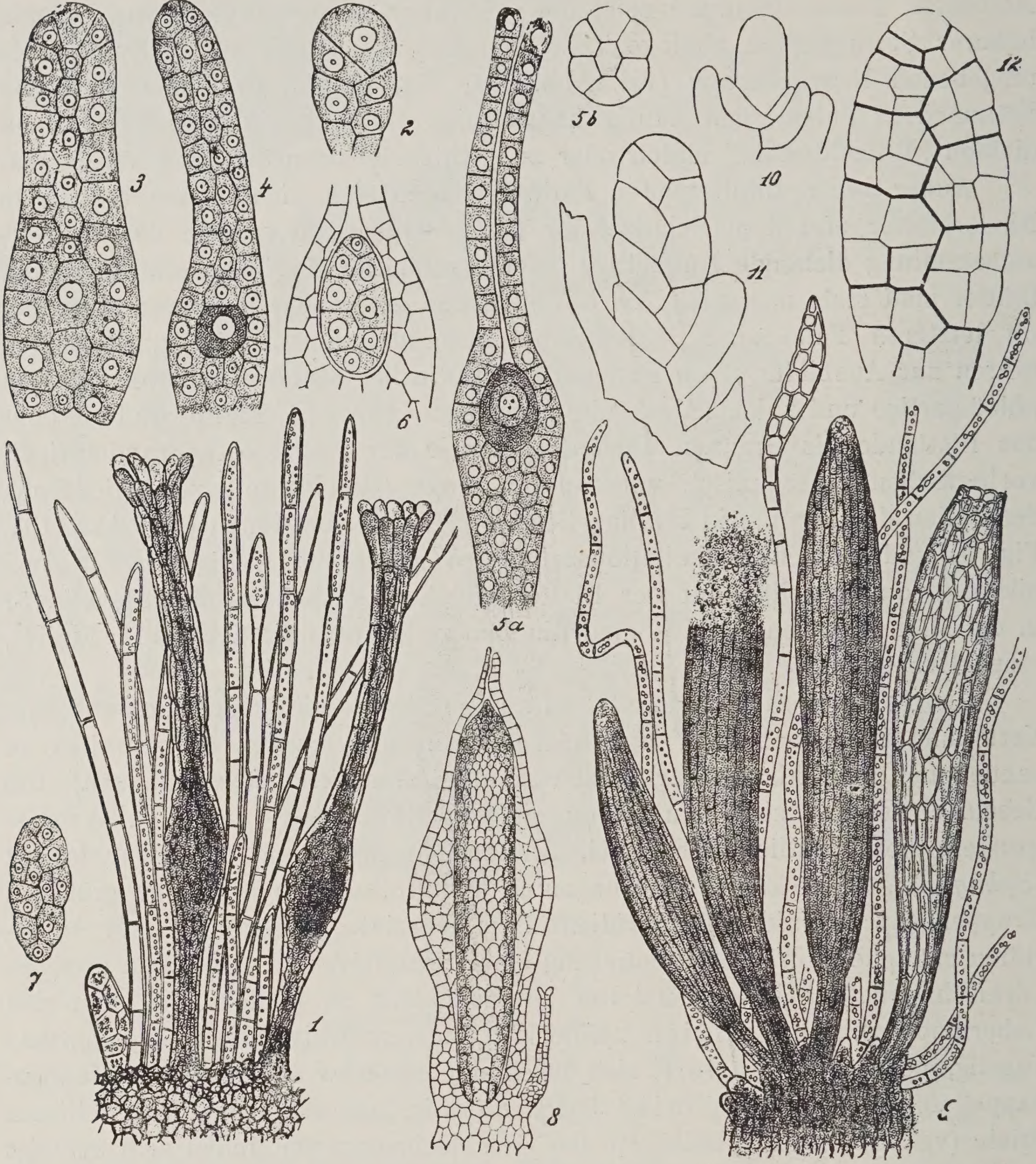


Abb. 192. Geschlechtsorgane von Laubmoosen. — Fig. 1. Archegonien und Paraphysen von *Mnium cuspidatum.* — Fig. 2—5*a*. Entwicklung des Archegoniums von *Funaria hyrometrica.* — Fig. 5*b*. Querschnitt durch den Halsteil, schematisch. — Fig. 6. Embryo in der Bauchwand. — Fig. 7. Embryobildung vom *Phascum cuspidatum.* — Fig. 8. Anlage des Sporogons von *Phascum cuspidatum,* noch von der Archegoniumwand umgeben. — Fig. 9. Antheridien und Paraphysen von *Polytrichum commune.* — Fig. 10—12. Entwicklung des Antheridiums von *Fontinalis.* — Alle Fig. stark vergr. — Fig. 1 u. 9 nach Link, Fig. 2—6 nach Campbell, 7 u. 8 nach Hofmeister, 10—12 nach Leitgeb.

die entweder bloß aus der Archegoniumwand oder überdies aus einem dem Stammscheitel angehörenden Gewebe (Epigon) besteht. Später wird in

allen Fällen die Archegoniumwand gesprengt, der basale Teil bleibt an der Basis der Seta als „Vaginula" zurück, während der obere Teil emporgehoben wird, entweder abstirbt oder mehr minder weitgehende Veränderungen erfährt und als Calyptra (Haube) das Sporogon bedeckt.

Der Öffnungsmechanismus und die demselben, sowie der Sporenentleerung dienenden morphologischen Eigentümlichkeiten sind bei den Gruppen der Laubmoose verschieden; zumeist öffnet sich die Kapsel mit einem schon an der jungen Kapsel vorgebildeten ringförmigen Spalt, so daß der oberste Teil der Kapsel als Deckel abfällt. Elateren fehlen.

In anatomischer Hinsicht weist das Sporogon vielfach weitgehende Differenzierungen auf; im Stiele finden sich leitende und mechanische Elemente wie im Stämmchen, in der Kapsel wird häufig Assimilationsgewebe ausgebildet, ebensolches findet sich oft in einer Anschwellung am Grunde

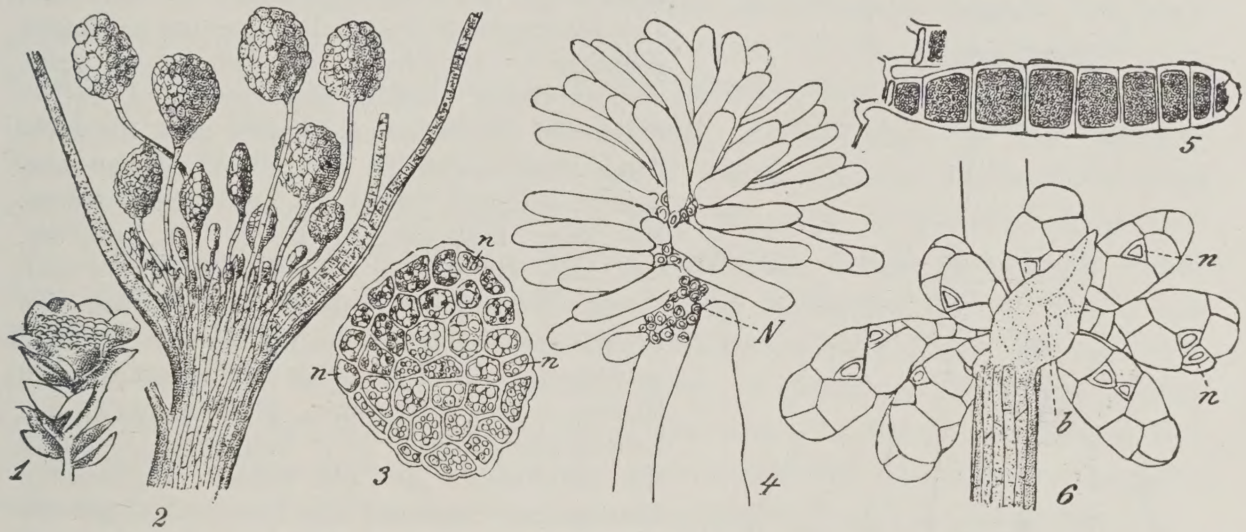


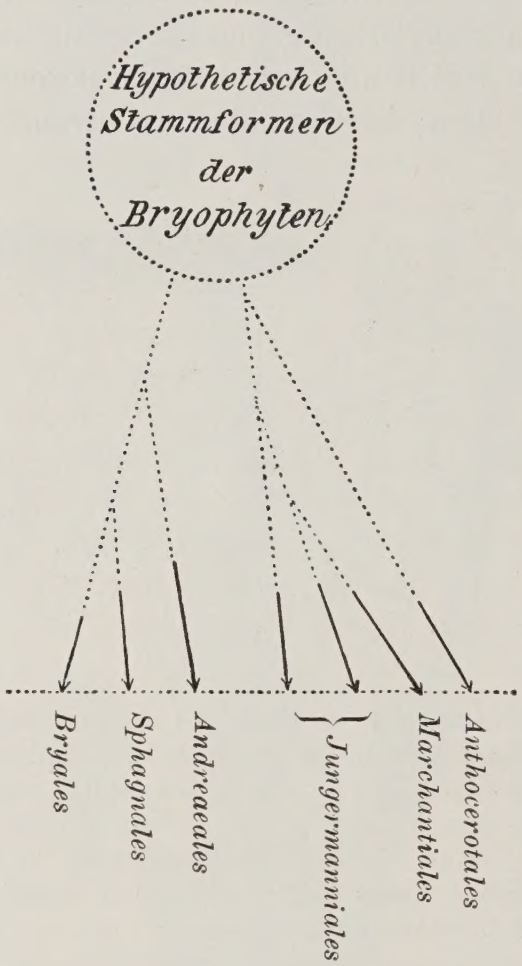
Abb. 193. Brutorgane von Laubmoosen. — Fig. 1—3. *Georgia pellucida.* Fig. 1 oberster Teil einer Brutkörper tragenden Pflanze, etwas vergr.; Fig. 2 derselbe im Längsschnitte, stärker vergr.; Fig. 3 einzelner Brutkörper, 200fach vergr., *n* Keimzellen. — Fig. 4. Blattspitze von *Ulota phyllantha* mit Blutkörpern, *N* Narben nach dem Abfallen solcher, 100fach vergr. — Fig. 5. Einzelner Brutkörper davon, 280fach vergr. — Fig. 6. Stammstück von *Leptobryum piriforme* mit Brutkörpern, *n* Keimstellen, *b* Blatt, vergr. — Fig. 1 u. 2 nach Sachs, Fig. 3—6 nach Correns.

der Kapsel, der Apophyse (Hals). Mit dem Auftreten von Assimilationsgeweben ist häufig das von Spaltöffnungen verbunden, auch Wassergewebe findet sich in den Sporogonen.

Außer der Vermehrung durch Sporen findet bei vielen Moosen vegetative Vermehrung durch mannigfache, besonders am Gametophyten auftretende Organe statt. Fast alle Teile haben die Fähigkeit, losgelöst Protonema zu entwickeln und dadurch zur Vermehrung zu führen, bei vielen Arten findet regelmäßige Loslösung einzelner Äste und Stammstücke statt (Brutäste, Brutknospen); häufig entstehen bestimmt geformte, mehrzellige Fortpflanzungskörper (Brutkörper, vgl. Abb. 193)[22]).

[22]) Correns C., Untersuchung über die Vermehrung der Laubmoose durch Brutorgane. Jena 1899. — Jongmans W. J. in Rec. d. trav. Nederl., vol. III., 1907.

Die Laubmoose sind von den Lebermoosen insbesondere verschieden durch die stärkere Entwicklung des Vorkeims, durch den nicht dorsiventral gebauten Gametophyten (Ausnahmen bei abgeleiteten Formen), durch das Verhalten der Archegonwand bei der Entwicklung des Sporogons (Haubenbildung), durch die lange währende Teilungsfähigkeit der Deckzelle des Archegoniums, sowie durch den Bau und den Öffnungsmodus der Kapsel. Die Unterschiede sind in der Mehrzahl der Fälle scharf. Die vollkommenen Homologien und die Existenz annähernder Formen (*Sphagnales* und *Andreaeales* einerseits, *Haplomitriaceae* anderseits) lassen es zweifellos erscheinen, daß beide Gruppen entwicklungsgeschichtlich zusammenhängen, wenn auch der Zusammenhang weit zurückreicht. Schwieriger zu entscheiden ist die Stellung der beiden Gruppen zueinander. Wie auf S. 261 ff. dargelegt wurde, beruht die Fortentwicklung der Cormophyten überhaupt auf der allmählichen Reduktion des Gametophyten; danach wären die Lebermoose als stärker abgeleitet zu betrachten. Für dieselbe Auffassung spricht der Umstand, daß die Ableitung der Lebermoose vom Typus der Laubmoose keine Schwierigkeiten bereitet, wohl aber die umgekehrte, daß die scheinbar so einfach gebauten Gametophyten der Lebermoose keine ursprünglichen, sondern abgeleitete sind, daß es unter den Lebermoosen Formen gibt, die deutliche Beziehungen zu den Pteridophyten aufweisen, während solche den Laubmoosen fehlen. Mit jener Auffassung steht es im Einklang, daß die einfachsten *Bryales* (*Archidiaceae*), ferner Formenreihen, die sich früh von den *Bryales* abzweigten, wie die *Sphagnales* und *Andreaeales*, also Typen, die den ursprünglichen Moosen relativ nahe stehen, Beziehungen zu den Lebermoosen haben. Wir betrachten demnach die Lebermoose als die stärker abgeleiteten Formen mit Betonung des Umstandes, daß die Ableitung derselben nicht von den heute lebenden Laubmoosen erfolgen kann, sondern weit zurück zu verlegen ist, daß die *Musci* in der Entwicklung einzelner Teile (Sporogon, Blatt) weit über jene Formen hinausgegangen sind, von denen die Ableitung stattfinden kann. Das nebenstehende Schema dürfte diese Auffassung der phylogenetischen Beziehungen der Gruppen der Bryophyten zu einander illustrieren[23]).



Die Laubmoose sind in zirka 12.000 Arten nahezu über die ganze Erde verbreitet. Sie fehlen dem Meere, sind im Süßwasser relativ selten und bewohnen vielfach Standorte, die nur wenigen Pflanzen sonst Existenzbedingungen darbieten (Felsen, glaziale Region). Oft treten Moose durch massenhaftes Vorkommen im Landschaftsbilde hervor, so in den polaren Gebieten und Hochgebirgsregionen, ferner als Bestandteile der untergeordneten

[23]) Vgl. auch Lindberg S. O., On *Zoopsis*. Journ. Linn. Soc., Bot., XIII., 1872. — Cavers F., Inter-relat. of the Bryoph. Cambridge Bot. School, VI., 1911. — Győrffy I., A mohokról származ. és fejlödéstani szempontb. Termeszett. Közlöny., 1913. — Eine eingehende Diskussion der ganzen Frage findet sich in Schiffner V., Die systemat.-phylogenet. Forschung in der Hepaticologie etc. Progr. rei bot., V., 1917.

Waldflora und der Epiphytenflora in den gemäßigten und tropischen Klimaten. Zweifellose fossile Moose gibt es nur aus tertiären und diluvialen Ablagerungen; ältere Formen sind zweifelhaft (z. B. *Muscites polytrichaceus* aus dem Carbon); eine wesentliche Erweiterung unserer Kenntnisse haben fossile Formen bisher nicht gebracht.

1. Ordnung. *Bryales.*

Protonema — abgesehen von wenigen abweichenden Formen, vgl. Abb. 189 und 190 — fadenförmig und verzweigt. „Pseudopodien", welche die Sporogone tragen, fehlen.

Die wesentlichsten Unterschiede von den beiden anderen Ordnungen der Laubmoose liegen in der Entwicklung der Kapsel. Dieselbe gliedert sich im Laufe der Entwicklung bald in ein zentrales Endothecium und in das periphere Amphithecium. Das erstere differenziert sich in fertile, sporenbildende Zellen und in einen zentralen, sterilen Gewebekörper, die Columella (Abb. 194, Fig. 1 und 2) (Ausnahme: *Archidium*); die den äußeren Sporensack bildenden Zellen sind durch einen weiten Interzellularraum von der Wand getrennt und gehen wie diese aus dem Amphithecium hervor.

Die Kapsel öffnet sich entweder unregelmäßig durch Zerfall der Wand (cleistocarpe Formen) oder — und dies ist der häufigere Fall — durch das Abfallen des obersten Wandstückes als Deckel (Operculum). Mit der Abstoßung desselben steht die Ausbildung einer ringförmigen Zone von Zellen im oberen Teile der Wand, des Ringes (Annulus) im Zusammenhange. Der obere Teil der Archegoniumwand wird vom wachsenden Sporogonium zumeist emporgehoben und bildet die mannigfach gebaute Haube (Calyptra).

Fast alle deckelfrüchtigen (stegocarpen) Formen bilden an der Mündung der Kapsel zahn- oder fadenförmige Fortsätze, den Mundbesatz (das Peristom, vgl. Abb. 194) aus[24]). Derselbe ist von bedeutender Mannigfaltigkeit und spielt deshalb bei der Unterscheidung der Gattungen und Arten eine große Rolle. In der Regel gehen die Peristomzähne auf partielle Membranverdickungen in Zellen zurück, die unter dem Deckel liegen und deren Zellwände mit Ausnahme der verdickten Stellen aufgelöst werden (Abb. 194, Fig. 3—5). Das Peristom ist einfach oder doppelt, im letzteren Falle (Fig. 9) unterscheidet man ein äußeres (Exostomium) und ein inneres (Endostomium). Am Grunde erscheinen die Zähne oft durch eine Basilarhaut verbunden. Abweichungen von diesem Peristombau bei den *Georgiaceae*, *Dawsoniaceae* und *Polytrichaceae* (s. d.); hier bestehen die Peristomzähne aus ganzen Zellen; bei den Georgiaceen bleiben die Peristomzähne an der Innenseite mit Gewebeteilen der Columella verbunden, so daß sie scheinbar aus zahlreichen Zellreihen bestehen. Das Peristom bildet einen Verschluß der Kapsel bei

---

[24]) Vgl. außer der S. 283—285 zitierten Literatur: Lantzius-Béninga B. S. G., Beiträge zur Kenntnis d. inn. Baues der Moosk., insbes. des Peristoms. Nov. act. Acad. Leop.-Car., XXII. 2, 1850. — Kienitz-Gerloff F., Entwickl. der Laubmoosk. Bot. Zeitg., 1878. — Vaizey R. J., Anat. and developm. of the Sporog. Transact. Linn. Soc., 1888.

feuchter Witterung, spielt aber auch allein oder in Verbindung mit der Columella eine ökologische Rolle bei dem Ausstreuen der Sporen[25]).

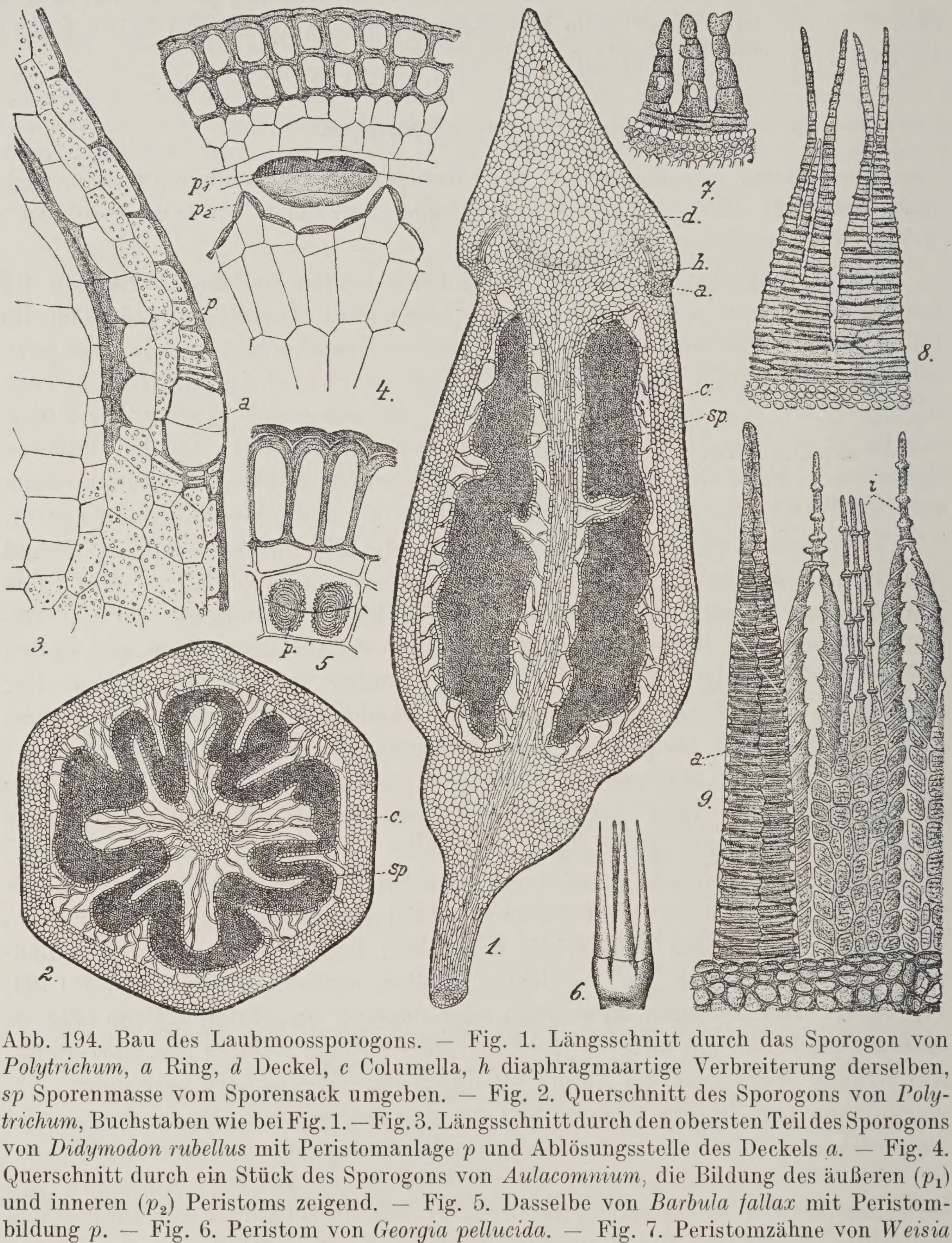


Abb. 194. Bau des Laubmoossporogons. — Fig. 1. Längsschnitt durch das Sporogon von *Polytrichum*, *a* Ring, *d* Deckel, *c* Columella, *h* diaphragmaartige Verbreiterung derselben, *sp* Sporenmasse vom Sporensack umgeben. — Fig. 2. Querschnitt des Sporogons von *Polytrichum*, Buchstaben wie bei Fig. 1. — Fig. 3. Längsschnitt durch den obersten Teil des Sporogons von *Didymodon rubellus* mit Peristomanlage *p* und Ablösungsstelle des Deckels *a*. — Fig. 4. Querschnitt durch ein Stück des Sporogons von *Aulacomnium*, die Bildung des äußeren (p_1) und inneren (p_2) Peristoms zeigend. — Fig. 5. Dasselbe von *Barbula fallax* mit Peristombildung *p*. — Fig. 6. Peristom von *Georgia pellucida*. — Fig. 7. Peristomzähne von *Weisia compacta*, Fig. 8 von *Dicranum*, Fig. 9 von *Mnium hornum*, *a* äußeres, *i* inneres Peristom. — Alle Figuren vergr. — Fig. 1 u. 2 nach Dodel-Port, 3—5 nach Lantzius-Béninga, 6, 7, 9 nach Schimper, 8 Original.

[25]) Vgl. Goebel K. in Flora, 1895.

Das System der *Bryales* kann in phylogenetischer Hinsicht noch keinen Anspruch auf eine definitive Gestaltung erheben; es ist insbesondere bisher noch immer nicht möglich gewesen, die auf konvergenter Anpassung beruhenden Ähnlichkeiten von den Homologien durchwegs zu unterscheiden.

1. Unterordnung. ***Archidiineae.*** Kapsel lange von der Haube umhüllt, die zuletzt unregelmäßig zerrissen wird und deren Reste oft am Grunde der Kapsel zurückbleiben. Columella fehlt; im Sporensack sterile und fertile Zellen vermengt. — Kleine Erdmoose.

Einzige Gattung *Archidium.* In Europa *A. alternifolium* (= *A. phascoides*); große Artenzahl in Amerika und Asien.

2. Unterordnung. ***Bryineae.*** Haube auf der Spitze der Kapsel; im Innern der Kapsel eine Columella.

System der *Bryineae* nach Brotherus[26]):

1. Reihe. **Acrocarpi.**

Archegonien und daher auch die Sporogone in der Regel gipfelständig an Hauptsprossen, nur manchmal infolge nachträglichen Heranwachsens von Seitensprossen pseudolateral.

1. Familie. ***Dicranaceae.*** Meist kräftige, seltener kleine, rasenbildende Moose. Blätter oft einseitswendig oder gekräuselt. Kapsel meist symmetrisch und geneigt, trocken oft längsfaltig. Deckel häufig langgeschnäbelt. Haube kappenförmig. Peristom einfach, 16zähnig, Zähne meist zweispaltig, am Grunde oft verbunden, außen meist längsstreifig.

Seligeria. Meist sehr kleine, Kalkfelsen bewohnende Pflanzen. Peristomzähne ungeteilt oder rudimentär, z. B. *S. pusilla* in Europa, Asien und Nordamerika. — *Dicranella.* Kleine Moose. Peristomzähne ungeteilt oder geteilt. Blattzellen glatt. Artenreiche, über die ganze Erde, besonders die tropischen und subtropischen Gebiete verbreitete Gattung; in Europa verbreitet: *D. squarrosa* an feuchten Stellen, kalkmeidend, *D. varia* u. a. —

---

[26]) Vgl. Brotherus in Engler u. Prantl, Natürl. Pflanzenfam., I. T., 3. Abt., 1901 bis 1909. — In neuerer Zeit (1902—1908) hat M. Fleischer eine neue, sehr beachtenswerte Einteilung vorgenommen, die insbesondere den Bau des Peristoms berücksichtigt und die Stellung der Sporogone als Einteilungsprinzip zurücktreten läßt. Seine Hauptgruppen sind:

A. *Arthrodontei.* Peristomzähne aus Membranplatten bestehend; wenn zwei Peristome vorhanden, gehören beide derselben Gewebeschicht an.

1. *Haplolepideae.* Peristom einfach, selten fehlend. Außenschicht der Peristomzähne aus einer, Innenschicht aus zwei Reihen Membranplatten bestehend.

2. *Heterolepideae.* Im Bau der Peristomzähne bald mit 1, bald mit 3 übereinstimmend.

3. *Diplolepideae.* Peristom meist doppelt, seltener fehlend. Außenschicht der Peristomzähne aus zwei Reihen, Innenschicht aus einer Reihe Membranplatten bestehend.

B. *Amphodontei.* Peristomzähne aus Membranplatten bestehend, aber beide Peristome gehören verschiedenen Gewebeschichten an.

C. *Archidontei.* Peristomzähne aus ganzen Zellen bestehend.

Lotsy faßte (1909) die *Arthrodontei* und *Amphodontei* als *Schizodontei* zusammen.

Vgl. auch Fleischer M., Natürliches System der Laubmoose. Hedwigia, LXI., 1920, S. 390—400.

h
1
2
a
3
h
6
5
4
♂
8
9
♂
h
7
h
11
10
12
13
h
14
a
15
22
21
20
h
16
18
17
19
23
24
26
25
h
27

Abb. 195. Acrocarpe Laubmoose. — Fig. 1. *Encalypta vulgaris.* — Fig. 2 u. 3. *Splachnum ampullaceum.* — Fig. 4, 5 u. 6. *Funaria hygrometrica.* — Fig. 7—9. *Polytrichum commune.* — Fig. 10 u. 11. *Fissidens taxifolius.* — Fig. 12. *Dicranum scoparium.* — Fig. 13 u. 14. *Pterygoneurum cavifolium.* — Fig. 15. *Splachnum luteum.* — Fig. 16. *Webera sessilis.* — Fig. 17 bis 20. *Phascum cuspidatum.* — Fig. 21 u. 22. *Buxbaumia aphylla.* — Fig. 23 u. 24. *Mnium affine.* — Fig. 25 u. 26. *Tortula subulata.* — Fig. 27. *Grimmia patens.* — *h* Haube, *a* Apophyse. — Fig. 4, 7, 12, 17, 21, 23, 24 nat. Gr., die anderen vergr. — Nach Schimper, Bryol. Europ.

Cynodontium, *Oreoweisia*. Kalkmeidende, felsenbewohnende Moose mit mamillösen Blattzellen, Zähne des Peristoms ungeteilt oder geteilt. — *Dicranum*. Meist kräftige Pflanzen mit deutlich differenzierten Blattflügelzellen. Peristomzähne zweischenkelig. Bei mehreren Arten ♂ Zwergpflanzen. Artenreiche, über die ganze Erde verbreitete Gattung; in Europa häufig: *D. scoparium* (Abb. 195, Fig. 12), *undulatum*, *majus*; *D. molle* im arktischen Gebiete oft massenhaft. — *Leucoloma*, der vorigen Gattung ähnlich, aber mit hyalin gesäumten Blättern. In zahlreichen Arten in den Tropen. Baumbewohner. — *Campylopus*. Kapsel regelmäßig. Häufig vegetative Vermehrung durch abbrechende Teile. Artenreichste Gattung der Familie (zirka 500), besonders in den Tropen; in Europa z. B. *C. fragilis*. — *Ceratodon* und *Ditrichum* mit papillösen Peristomzähnen, *C. purpureus* kosmopolitisch, *D. flexicaule* und *D. homomallum* in Europa verbreitet. — Durch kleistokarpe, d. h. nicht mit einem Deckel sich öffnende Sporogone sind die Gattungen *Bruchia* und *Pleuridium* ausgezeichnet. — Vielzellige Sporenkörper[27]) (gekeimte Sporen) bei den der südlichen Hemisphäre angehörenden Gattungen *Dicnemon* und *Mesotus*.

2. Familie. **Leucobryaceae.** Rasenbildende Moose von meist weißlicher Färbung. Niemals direkt auf Kalk. Blattzellen dimorph: große plasmaleere Zellen mit Perforationen (Leukozysten), dazwischen kleine chlorophyllhältige Zellen (Chlorozysten) (Abb. 191, Fig. 5). Kapsel regelmäßig oder zygomorph. Peristom einfach, zumeist aus 16 mehr minder zweispaltigen Zähnen bestehend. Haube kappen- oder mützenförmig.

Vorherrschend tropische und subtropische Formen. Artenreiche Gattungen: *Leucobryum* (einige Arten in gemäßigten Klimaten, z. B. *L. glaucum* in Europa); *Leucophanes*, baumbewohnend, tropisch.

3. Familie. **Fissidentaceae.** Selten dichtrasig. Ältere Stämmchenteile mit zweischneidiger Scheitelzelle, zweizeilig beblättert. Blätter reitend mit dorsalem Flügel. Kapsel regelmäßig oder zygomorph. Peristomzähne 16, mehr minder zweispaltig. Haube kegelförmig, oft aufgeschlitzt.

Artenreiche Gattung: *Fissidens*, besonders in den Tropen. In Europa verbreitet: *F. taxifolius* (Abb. 195, Fig. 10 u. 11), *F. bryoides*, beide auch in Asien und Nordamerika. *Fissidens anomalus* mit Zwergmännchen, *F. julianus* (Europa, Nordafrika, Nordamerika) wasserbewohnend.

4. Familie. **Calymperaceae.** Meist baumbewohnend, rasenbildend. Kapsel aufrecht, regelmäßig. Peristom einfach; Zähne 16, meist ungeteilt. Haube bis an den Grund der Kapsel reichend, glockenförmig, oft einseitig aufgeschlitzt.

Durchwegs Tropenbewohner. Artenreiche Gattungen: *Syrrhopodon* und *Calymperes*. Blattspitzen häufig mit Brutkörpern. Bei der zweiterwähnten Gattung bleibt die Kapsel in der Calyptra eingeschlossen und die Sporen treten durch einen Spalt derselben aus.

---

[27]) Vgl. Goebel K., Archegoniatenstud. X. Flora, XCVI., 1906.

5. Familie. **Pottiaceae.** Erd- und Felsenmoose, rasenbildend. Blätter oft mit Endhaar. Seta meist gerade. Kapsel regelmäßig. Peristom einfach, selten fehlend, 16- bis 32zähnig, im ersteren Falle die Zähne ungeteilt, durchlöchert oder gespalten. Haube kappenförmig oder glockenförmig.

A. Kapsel mit Spaltöffnungen: *Pottieae* (Blätter relativ breit, ei- bis spatelförmig). Artenreiche Gattungen: *Pottia* (in Europa verbreitet: *P. intermedia, P. minutula*) mit flachen, aufrechten Peristomzähnen, *Tortula* mit 32 stielrunden gedrehten Zähnen (Kosmopolit: *T. muralis*; verbreitet: *T. subulata* [Abb. 195, Fig. 25 u. 26], *ruralis*); *Pterygoneurum cavifolium* (Abb. 195, Fig. 13 und 14) in Europa häufig; *Acaulon* und *Phascum* (z. B. *Ph. cuspidatum*, Abb. 195, Fig. 17—20) ohne Deckel. — *Trichostomeae* (Blätter schmal, lineal-lanzettlich). Artenreiche Gattungen: *Trichostomum* mit 32 aufrechten oder schwach gedrehten Peristomzähnen, *Barbula* und *Tortella* mit 32 links gedrehten Zähnen (verbreitet: *B. unguiculata, B. fallax, T. tortuosa* u. a.), *Didymodon* mit 16 Peristomzähnen, *Hymenostomum, Weisia* u. a. — *Encalypteae* (Blätter breit). *Encalypta streptocarpa* und *E. vulgaris* (Abb. 195, Fig. 1) verbreitet. — *B.* Kapsel ohne Spaltöffnungen: *Cinclidoteae. Cinclidotus fontinaloides* in fließenden Gewässern verbreitet.

6. Familie. **Grimmiaceae**[27a]). Rasenbildende, steinbewohnende Moose. Blätter oft haartragend. Stiel meist gekrümmt. Kapsel regelmäßig. Haube klein, mützen- oder kappenförmig. Peristom einfach, selten fehlend; 16 Zähne, ungeteilt oder rissig durchbrochen oder gespalten.

Vorherrschend Felsenbewohner der kälteren und gemäßigten Gebiete: *Schistidium* (in Europa weit verbreitet: *S. apocarpum*), *Grimmia* (Abb. 195, Fig. 27; Peristomzähne ungeteilt, in Europa sehr verbreitet: *G. commutata, leucophaea, pulvinata* u. a.), *Rhacomitrium* (Peristomzähne zweispaltig, *Rh. canescens* sehr häufig, *Rh. lanuginosum*, Kosmopolit).

7. Familie. **Orthotrichaceae.** Rasenbildende, besonders Rinden oder Steine bewohnende Moose. Seta aufrecht. Kapsel aufrecht und regelmäßig, meist längsstreifig, entleert gefurcht. Haube kappen- oder glockenförmig, oft behaart, längsfaltig. Peristom selten fehlend oder einfach, meist doppelt; die 16 Zähne des äußeren Peristoms öfters paarig verbunden.

Beziehungen zu den Grimmiaceen. — *Zygodon* mit kappenförmiger Haube. *Ulota* und *Orthotrichum* mit glockenförmiger Haube sind artenreiche Gattungen. In Europa und Nordamerika verbreitet: *U. crispa, U. crispula* u. a.; kosmopolitisch: *O. anomalum, O. obtusifolium* u. a. — In den Tropen zahlreiche Arten der Gattungen *Schlotheimia* und *Macromitrium.*

8. Familie. **Splachnaceae.** Vorzugsweise auf vermodernden vegetabilischen und animalischen Stoffen lebend, vielfach Exkremente bewohnend. Seta aufrecht. Kapsel mit langer, keulenförmiger oder mit ausgebreiteter, lebhaft gefärbter Apophyse. Peristom aus 16 oder 32 paarig oder doppelpaarig verbundenen Zähnen bestehend.

Tayloria und *Dissodon* mit schmalem Halse; außer einigen Arten der nördlichen Hemisphäre insbesondere auf der südlichen verbreitet. — *Splachnum* mit auffallender Apophyse (Abb. 195, Fig. 2, 3, 15): *S. rubrum* mit zuletzt roter, *S. luteum* (Abb. 196) mit gelber schirmförmiger Apophyse im arktischen Gebiete, *S. ampullaceum* und *S. sphaericum* in Europa, erstere auch in Nordamerika verbreitet. — *Voitia*, hochalpin und arktisch, mit kleistokarpem Sporogon; *V. nivalis* in den Alpen und asiatischen Hochgebirgen, *V. hyperborea* arktisch. — Bei *Tetraplodon-* und *Splachnum*-Arten fungiert die Apophyse als

[27a]) Vgl. Loeske L., Die Laubm. Europas, I., 1914.

Anlockungsmittel (Farbe und indolartiger Duft) für Dipteren, welche die Sporen verbreiten [28]).

9. Familie. ***Oedipodiaceae.*** Der vorigen Familie nahestehend. Apophyse fast die ganze Länge der Seta einnehmend. Peristom fehlt.

Oedipodium Griffithianum im nordwestlichen Europa mit verbreiterten Protonemateilen [29]).

10. Familie. ***Disceliaceae.*** Kleine Moose mit lange ausdauerndem Protonema. Kapsel geneigt. Peristom einfach, 16zähnig.

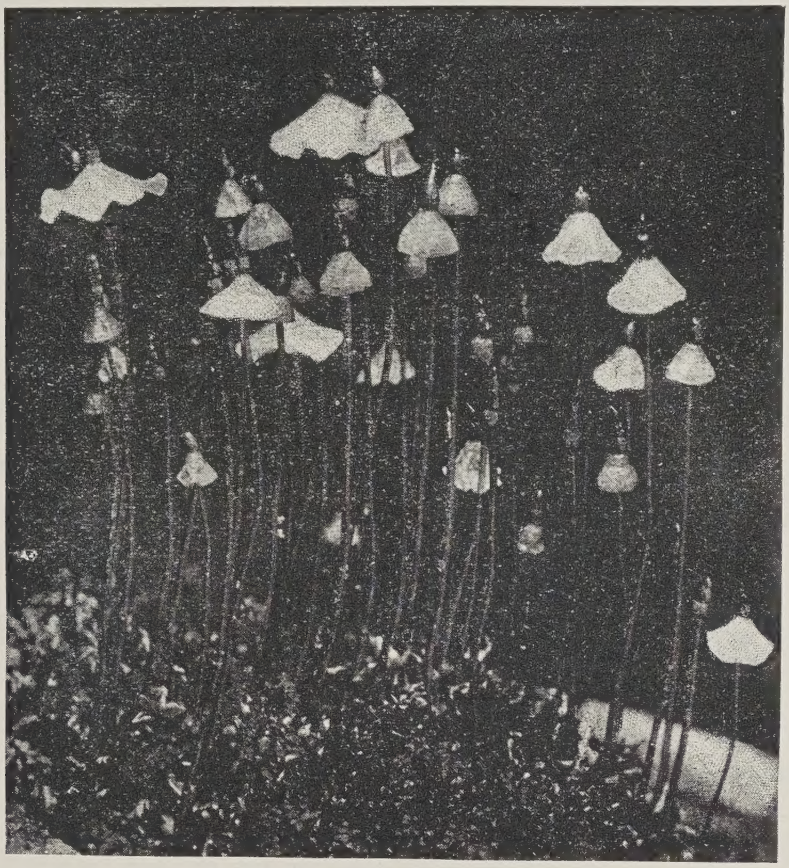


Abb. 196. *Splachnum luteum*; nat. Gr. — Nach Photogr. v. F. Wettstein.

Discelium nudum auf feuchtem Boden, in Europa, Nordamerika und im arktischen Gebiete.

11. Familie. ***Funariaceae***[29a]). Erdmoose. Kapsel mit Hals, regelmäßig oder gekrümmt. Haube in der Jugend blasig aufgetrieben, später kappen- oder mützenförmig. Peristom doppelt, rudimentär oder fehlend; Zähne des äußeren Peristoms 16, mit Längslinie.

Pyramidula- und *Physcomitrium*-Arten mit aufrechter Kapsel. Kleine, vorherrschend Schlamm und Ackerboden bewohnende Moose. — *Funaria* mit gebogener Kapsel,

---

[28]) Vgl. Vaizey R. J., On the morphol. of the sporoph. of *Spl. lut.* Ann. of Bot., V., 1890. — Wettstein F., Splachnaceenstudien. I. Österr. bot. Zeitschr., LXX., 1921.

[29]) Vgl. Jongmans W. J., Über Brutkörper bildende Laubmoose. Diss. 1906.

[29a]) Vgl. Loeske L., *Funariaceae* Europas, 1914.

F. hygrometrica Kosmopolit (Abb. 195, Fig. 4—6). — *Ephemerum* (z. B. *E. serratum* auf tonigem Boden in Europa und Nordamerika), *Ephemerella* (Europa) und *Lorentziella* (Südamerika) kleistokarp.

12. Familie. ***Schistostegaceae.*** Zarte, Höhlen und Felsspalten bewohnende, kalkmeidende Moose, Sterile Stämmchen 2zeilig beblättert mit rippenlosen, seitlich verschmelzenden Blättern, die anfangs quer inseriert, später längsgestellt sind; fertile Stämmchen oberwärts mehrreihig beblättert. Kapsel ohne Peristom.

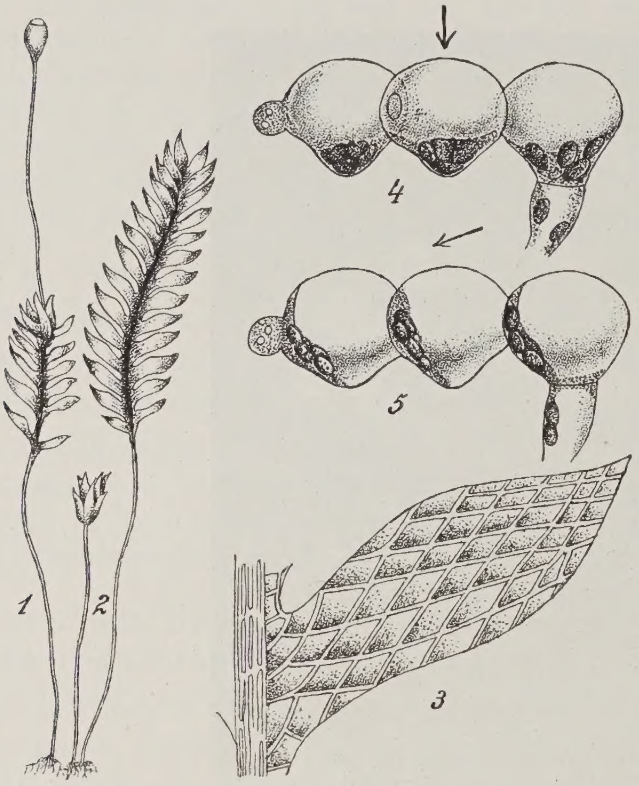


Abb. 197. *Schistostegaceae. Schistostega osmundacea.* — Fig. 1. Fertile Pflanze. — Fig. 2. ♂ Pflanze. — Fig. 3. Blatt. — Fig. 4 und 5. Zellen des Protonema; die Pfeile deuten die Richtung des einfallenden Lichtes an. — Vergr. — Fig. 1—3 nach Braithwaite, 4 und 5 nach Noll.

Schistostega osmundacea (Abb. 197) in Europa und Nordamerika. Das oberirdische Protonema besteht aus linsenförmigen Zellen, in denen das seitlich einfallende Licht auf die an der Rückwand befindlichen Chlorophyllkörner gesammelt und von dort zum Teile reflektiert wird (Abb. 197, Fig. 4 u. 5). Daher die volkstümliche Bezeichnung „Leuchtmoos". — Das Protonema wurde früher als „*Catoptridium smaragdinum*" zu den Algen gestellt.

13. Familie, ***Drepanophyllaceae*** und 14. Familie, ***Mitteniaceae*** mit scheinbar zweizeilig angeordneten Blättern.

Zur ersteren Familie gehören *Drepanophyllum* (trop. Amerika) und *Mniomalia* (trop.), zur letzteren *Mittenia* (Australien).

15. Familie. ***Bryaceae.*** Rasenbildend. Blattzellen im oberen Teile des Blattes rhombisch-6seitig, niemals papillös. Kapsel geneigt bis hängend. Peristom wie bei den vier folgenden Familien doppelt (Abb. 194, Fig. 9); äußeres aus 16 kräftigen Zähnen bestehend, inneres zart, nach oben in 16 kielfaltige Zähne und fadenförmige Zwischenwimpern ausgehend (letztere bisweilen rudimentär).

Umfaßt mehrere artenreiche Gattungen, so z. B. *Bryum* (in Europa verbreitete Kosmopoliten: *B. caespiticium*, *B. argenteum*, *B. pseudotriquetrum*; zahlreiche andere Arten in tropischen und extratropischen Gebieten). — *Pohlia* (in Europa und Nordamerika verbreitet: *P. elongata*, *P. nutans*; letztere fast kosmopolitisch). — *Rhodobryum* mit zahlreichen tropischen Arten; *Rh. roseum* in Europa und Asien verbreitet. — *Leptobryum piriforme* (Abb. 189, Fig. 1 u. 2) weit verbreitet. — *Mielichhoferia*.

16. Familie. ***Mniaceae.*** Von den *Bryaceae* verschieden durch die isodiametrisch-6seitigen Zellen in der oberen Blattpartie, durch keulenförmige, nicht fadenförmige Paraphysen.

Artenreiche Gattung: *Mnium*. Kosmopoliten: *M. rostratum* und *M. affine* (Abb. 195, Fig. 23 u. 24); in Europa verbreitet: *M. undulatum*; in Europa, Asien und Nordamerika: *M. hornum*, *M. stellare*. — *Cinclidium*.

17. Familie, **Leptostomataceae** und 18. Familie, **Rhizogoniaceae** mit basalen knospenförmigen Geschlechtssprossen, vorherrschend auf der südlichen Hemisphäre.

19. Familie. **Aulacomniaceae.** Von den vorigen Familien verschieden durch papillöse Blattzellen und längsstreifige oder längsfurchige Kapseln.

Aulacomnion palustre, insbesondere auf der nördlichen Hemisphäre sehr verbreitet; *A. turgidum* hochalpin und arktisch; *A. androgynum* in Europa und Nordamerika.

20. Familie. **Meeseaceae.** Von den vorhergehenden Familien insbesondere verschieden durch die Zähne des äußeren Peristoms, die deutlich kürzer als jene des inneren sind.

Paludella squarrosa in Europa, Nordasien und Nordamerika in Sümpfen verbreitet. — *Meesea trichodes* an humusreichen Stellen in Europa, Asien u. Nordamerika.

21. Familie. **Catoscopiaceae.**

Catoscopium nigritum auf feuchtem Boden in den nördlichen Teilen von Europa, Asien und Nordamerika und in den Gebirgen dieser Erdteile.

22. Familie. **Bartramiaceae.** Von Familie 19 insbesondere durch die kugelige Kapsel verschieden.

Bartramia pomiformis Kosmopolit. — *Plagiopus Oederi* in Europa, Asien und Nordamerika verbreitet. — *Philonotis*, verbreitete artenreiche Gattung, z. B. *Ph. fontana*, weit verbreitetes Sumpfmoos. — *Breutelia* mit zahlreichen tropischen und subtropischen Arten, *B. arcuata* auch in Europa.

23. Familie. **Timmiaceae.** Den vorigen Familien ähnlich. Zähne des äußeren Peristoms von der Mitte nach einwärts gebogen; inneres Peristom mit 64 fadenförmigen Zähnen.

Timmia bavarica auf der nördlichen Hemisphäre.

24. Familie. **Weberaceae.** Kleine erdbewohnende Moose von sehr auffallender Tracht. Protonema mit schildförmigen Assimilationsorganen (Abb. 190, Fig. 1). Blätter dimorph, die unteren stumpf, die oberen begrannt. Kapsel fast sitzend, schief kegelförmig. Haube sehr kurz, kegelförmig. Peristom doppelt; äußeres Peristom aus 16 Zähnen bestehend, inneres nicht in Zähne aufgelöst, sondern eine häutige Röhre darstellend.

Verbreitetste Art *Webera* (= *Diphyscium*) *sessilis* (Abb. 195, Fig. 16) in Europa, Asien und Nordamerika; überdies mehrere tropische und subtropische Arten.

25. Familie. **Buxbaumiaceae.** Kleine, einzeln oder truppweise auf Erde wachsende, 1jährige Waldmoose von auffallender Tracht. Stämmchen außerordentlich reduziert; ♀ Pflanzen (Abb. 198, Fig. 2) mit wenigen, fast chlorophyllosen, später protonemaartige Fäden treibenden Blättern; zur Zeit der Kapselreife blattlos; ♂ Pflanzen (Abb. 198, Fig. 1) nur ein muschelförmiges Blatt treibend, das ein Antheridium einhüllt. Kapsel gestielt, hufförmig, mit

enger Mündung. Haube sehr klein. Peristom doppelt; äußeres 1reihig oder 2- bis 4reihig, inneres Peristom eine häutige Röhre bildend.

Buxbaumia aphylla (Abb. 195, Fig. 21 u. 22 und Abb. 198, Fig. 1) und *B. indusiata* (Abb. 198, Fig. 2) in Europa, Asien und Nordamerika, *B. javanica* auf Java.

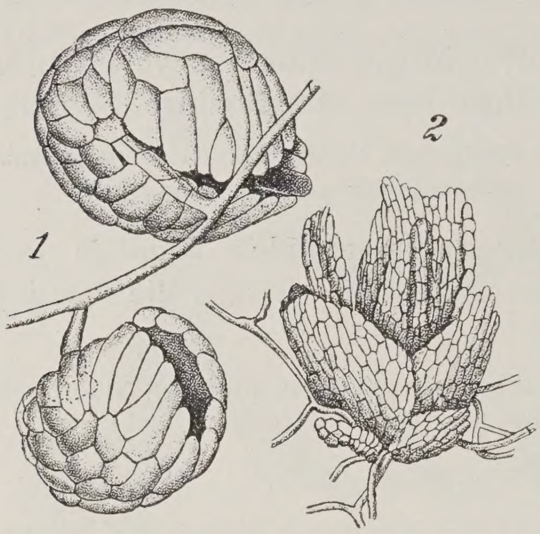


Abb. 198. *Buxbaumiaceae.* — Fig. 1. Protonemafaden mit zwei ♂ Pflänzchen von *Buxbaumia aphylla.* — Fig. 2. Weibliche Pflanze von *B. indusiata.* — Vergr. — Nach Goebel.

26. Familie. ***Calomniaceae.***

Calomnion, an Baumfarnen auf Samoa, Tahiti, Neuseeland.

27. Familie. ***Georgiaceae.*** Gekennzeichnet durch eine 4zähnige, peristomartige Bildung, welche aus dem Gewebe der Kapsel unter dem Deckel entsteht (Abb. 194, Fig. 6). Protonema mit blattartigen Assimilationsorganen (Abb. 189, Fig. 6 u. 7).

Georgia pellucida in Europa, Asien und Nordamerika verbreitet, häufig mit Brutkörper bildenden Sprossen (Abb. 193, Fig. 1 bis 3).

28. Familie. ***Polytrichaceae.*** Ansehnliche, oft sehr große Moose, meist erdbewohnend. Stämmchen mit wohlausgebildetem Leitbündel (vgl. Abb. 191, Fig. 1 u. 2). Blätter an der Oberseite mit Längslamellen (Abb. 191, Fig. 3). Kapsel aufrecht oder geneigt, stielrund oder 4- bis 6kantig. Haube meist dicht behaart. Peristom einfach, 16-, 32- bis 64zähnig. Zähne nicht wie bei den anderen Familien aus Membranstücken, sondern aus ganzen Zellen gebildet. Nach Abfallen des Deckels ist die Kapsel noch durch eine hautartige Verbreiterung der Columella (Epiphragma) verschlossen (Abb. 194, Fig. 1 *h*).

Die Familie steht unter den im vorhergehenden besprochenen isoliert da und zeigt in mehrfacher Hinsicht relativ hohe Organisation.

Catharinaea. Kapsel stielrund, Haube nackt. *C. undulata* in Europa, Asien und Nordamerika verbreitet. — *Pogonatum*, Kapsel stielrund, Haube filzig. Kosmopolit: *P. nanum*; in Europa verbreitet: *P. aloides*, *urnigerum*; zahlreiche Arten in den Tropen. — *Polytrichum.* Kapsel 4—6 kantig. *P. commune*, größtes europäisches Moos („Widerthonmoos"), bis 50 *cm* lang, kosmopolitisch, oft geradezu formationsbildend (Abb. 195, Fig. 7—9); weit verbreitete Arten: *P. piliferum*, *P. juniperinum* u. a. — *Oligotrichum* mit mehreren tropischen Arten, *O. hercynicum* auch in Europa. — *Dendroligotrichum dendroides* mit bis 30 *cm* hohem, baumartig verzweigtem Stämmchen von Chile bis Neuseeland.

29. Familie. ***Dawsoniaceae***[30]). Der vorigen Familie in vielen Merkmalen, besonders im anatomischen Baue nahestehend, aber Kapsel dorsiventral, Columella ohne Epiphragma und Peristomzähne gegliedert.

Dawsonia, fast ausschließlich in Australien. *D. superba*, bis gegen 50 *cm* hoch.

---

[30]) Vgl. Goebel K., Archegoniatenstud. X. Flora, XCVI., 1906.

2. Reihe. **Pleurocarpi.**

Archegonien und daher auch die Sporogone gipfelständig an seitlichen Kurztrieben.

Wenn auch die Hauptmenge der *Pleurocarpi* den Eindruck einer phylogenetisch einheitlichen Gruppe macht, so dürften doch einzelne Familien derselben Beziehungen zu verschiedenen Typen der *Acrocarpi* aufweisen.

30. Familie. ***Erpodiaceae.*** Schlanke, meist rindenbewohnende Moose mit lockerzelligem Stämmchen. Peristom fehlend oder einfach.

Tropisch oder subtropisch: *Erpodium*, *Solmsiella.*

31. Familie. ***Hedwigiaceae.*** Kräftige, rasenbildende, vorherrschend felsenbewohnende Moose. Peristom fehlend.

Vorherrschend auf der südlichen Hemisphäre, einzelne Arten in den nördlich-extratropischen Gebieten, so *Hedwigia albicans* (fast Kosmopolit), *Braunia alopecura* u. a.

32. Familie. ***Fontinalaceae***[31]). Wassermoose. Kapsel sitzend, aufrecht, regelmäßig. Haube nackt. Peristom doppelt; Zähne des inneren zu einer gitterförmig durchbrochenen Haut verbunden.

Fontinalis antipyretica, „Quellenmoos", auf der nördlichen Hemisphäre verbreitet; größte Artenzahl in Nordamerika. — *Dichelyma.*

33. Familie. ***Climaciaceae.*** Stattliche Moose mit rhizomartigen Sprossen und meist baumartig verzweigten Seitensprossen. Kapsel lang gestielt. Peristom doppelt.

Climacium dendroides in den nördlich extratropischen Gebieten sehr verbreitet.

34. Familie. ***Leucodontaceae.*** Ansehnliche, rinden- und felsenbewohnende Moose. Blätter längsfaltig. Kapsel mehr oder minder gestielt, regelmäßig, aufrecht. Peristom doppelt; Zähne des inneren Peristoms oft rudimentär oder fehlend.

Leucodon sciuroides auf der nördlichen Hemisphäre verbreitet; mehrere Arten tropisch und subtropisch. — *Antitrichia curtipendula* (besonders nördliche Hemisphäre) und *A. californica* (Südwesteuropa, Nordwestafrika und Nordamerika).

35. Familie. ***Cryphaeaceae.*** Der vorigen Familie ähnlich. Kapsel sitzend oder sehr kurz gestielt. Peristom doppelt.

Cryphaea arborea, West- und Südeuropa und Nordafrika; mehrere Arten tropisch und subtropisch.

Hier schaltet sich eine größere Anzahl (36.—44.) kleinerer, meist tropischer und subtropischer Familien ein, die hier nur aufgezählt werden sollen: ***Prionodontaceae, Spiridentaceae, Lepyrodontaceae, Pleurophascaceae, Cyrtopodiaceae, Echinodiaceae, Ptychomniaceae, Myuriaceae, Sorapillaceae.***

45. Familie. ***Neckeraceae.*** Vielfach große, lebhaft glänzende Moose, Baum- und Felsbewohner. Blätter manchmal scheinbar zweizeilig, oft quer-

---

[31]) Cardot, Monogr. d. Fontinalac. in Mem. d. l. Soc. Nat. d. Cherbourg, t. XXVIII., 1892.

gefurcht. Kapsel sitzend oder gestielt, aufrecht, regelmäßig. Haube behaart oder nackt. Peristom doppelt; Zähne des inneren auf einer Basalhaut stehend, oft durchlöchert, ohne dazwischenstehende Wimpern.

Neckera. In Europa verbreitet: *N. crispa*, *N. pennata* (Abb. 199, Fig. 7—9), *N. complanata*; die beiden letzterwähnten auch sonst in der nördlichen Hemisphäre verbreitet; zahlreiche Arten in Nordamerika, tropisch und subtropisch. — Zahlreiche Arten der

Abb. 199. Pleurokarpe Laubmoose. — Fig. 1. *Mniodendron divaricatum.* — Fig. 2. *Oxyrhynchium rusciforme.* — Fig. 3—5. Sporogon davon mit Haube (Fig. 3 *h*), ohne Haube (Fig. 4) und ohne Deckel (Fig. 5). — Fig. 6. *Hylocomium proliferum.* — Fig. 7—9. *Neckera pennata.* — Fig. 10. *Plagiothecium laetum*, Sporogon. — Fig. 11. *Oxyrynchium speciosum*, Sporogon. — Fig. 1, 2, 6, 7 nat. Gr., 3—5, 8, 9—11 vergr. — Nach Bryologia europaea.

Gattungen *Meteorium*, *Pilotrichella*, *Papillaria*, u. a. in den Tropen, vielfach charakteristische Epiphyten auf Stämmen und Blättern der Bäume in den tropischen Regenwäldern.

46. Familie, **Lembophyllaceae** (*Isothecium myosuroides* an feuchten kieselreichen Felsen in Europa, Nordafrika und Nordamerika); 47. Familie, **Entodontaceae** (verbreitete Arten: *Entodon orthocarpus*, *Platygyrium repens*, *Pylaisia polyantha*, *Pterigynandrum filiforme* u. a.); 48. Familie, **Fabroniaceae** (vorherrschend in den Tropen, in Europa einzelne Arten der Gattungen *Fabronia*, *Anacamptodon*, *Habrodon*);

49. Familie, ***Pilotrichaceae*** (*Pilotrichum*, vorherrschend Epiphyten im tropischen Amerika).

50. Familie. ***Nematocaceae.*** Sehr auffallend gebautes, epiphytisches Moos. Protonema mächtig entwickelt mit regelmäßig verzweigten Assimilationsästen, mit Hapteren und spitz keulenförmigen Brutkörpern. Beblätterte Sprosse sehr reduziert.

Ephemeropsis tjibodensis auf Java (Abb. 200).

51. Familie. ***Hookeriaceae.*** Meist ansehnliche, schattenliebende Moose. Beblätterung oft scheinbar zweizeilig. Kapsel gestielt, geneigt. Haube glatt oder behaart. Peristom doppelt; dem inneren fehlen zumeist Wimpern zwischen den Zähnen.

Zahlreiche tropische Formen. — In Europa verbreitet: *Hookeria lucens*, auch in Nordamerika. Andere *Hookeria*-Arten besonders in Australien. — *Eriopus*, bemerkenswert durch Rhizoidenbildung an der Seta. — Artenreiche Gattungen: *Daltonia*, *Distichophyllum*, *Cyclodictyon*, *Callicostella* u. a.

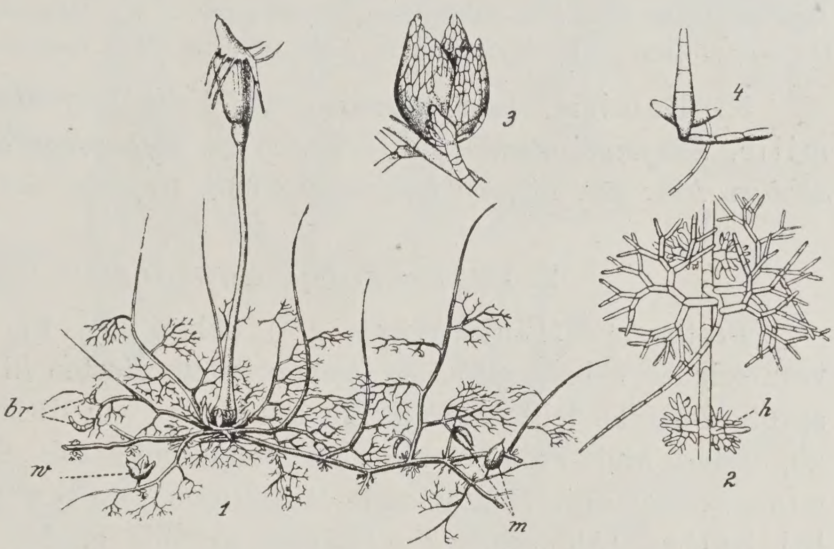


Abb. 200. *Nematocaceae. Ephemeropsis tjibodensis.* — Fig. 1. Ganze Pflanze, *w* weiblicher Sproß, *br* Brutkörper, *m* männliche Sproße. — Fig. 2. Stück des Protonemas, *h* Hapteren. — Fig. 3. Männlicher Sproß. — Fig. 4. Brutkörper. — Alle Figuren vergr. — Fig. 1 u. 3 nach Fleischer, 2 u. 4 nach Goebel.

52. Familie. ***Hypopterygiaceae.*** Charakterisiert durch eine eigentümliche Beblätterung. Blätter dreireihig, zwei Reihen mit großen, die dritte ventrale mit kleinen Blättern.

Größtenteils tropische und subtropische Moose: *Hypopterygium*, *Cyathophorum*.

53. Familie ***Helicophyllaceae*** und
54. Familie ***Rhacopilaceae,*** der vorigen Familie nahestehend, insbesondere in der Beblätterung. Tropisch und subtropisch.

55. Familie. ***Leskeaceae.*** Meist ansehnliche, glanzlose Moose. Beblätterung allseitig; Blätter papillös. Kapsel gestielt, zumeist aufrecht und regelmäßig. Peristom doppelt; inneres Peristom kielfaltig mit Zähnen, selten zwischen diesen auch Wimpern.

Artenreiche Gattungen: *Anomodon* (in Europa, wie überhaupt in der nördlichen Hemisphäre verbreitet: *A. viticulosus*), *Leskea* (in der nördlichen Hemisphäre verbreitet: *L. polycarpa*, *L. nervosa*), *Pseudoleskea* (in Europa und Nordamerika verbreitet: *P. atrovirens*), *Thuidium* (zahlreiche Arten tropisch und subtropisch, in Europa, wie überhaupt in der nördlichen Hemisphäre verbreitet: *Th. tamariscinum*, *Th. abietinum*).

56. Familie. ***Hypnaceae.*** Meist ansehnliche, glänzende Moose, häufig ausgedehnte Rasen bildend. Beblätterung schraubig, aber nicht selten die

Blattenden einseitswendig. Blätter fast stets nicht papillös. Kapsel gestielt, meist geneigt und gekrümmt. Deckel stumpf bis spitz oder kurz geschnäbelt. Peristom doppelt. Zwischen den Zähnen des inneren Peristoms fast stets Wimpern.

Artenreichste Familie, auf den verschiedensten Substraten über die ganze Erde verbreitet. Gattungsumgrenzung sehr schwankend. Wichtigste europäische Formen (zumeist auch sonst verbreitet): *Amblystegium serpens, A. riparium.* — *Cratoneuron commutatum.* — *Drepanocladus scorpioides.* — *Acrocladium cuspidatum.* — *Hygrohypnum palustre* (alle bisher genannten Arten früher als *Hypnum* bezeichnet). — *Hylocomium proliferum* (Abb. 199, Fig. 6). — *Hypnum Schreberi.* — *Rhytidiadelphus squarrosus, Rh. triquetrus.* — *Ptilium crista-castrensis.* — *Stereodon cupressiformis* u. v. a.

57. Familie. **Brachytheciaceae.** Der vorigen Familie sehr ähnlich. Kapsel dick, kurz. Deckel meist lang geschnäbelt. Seta öfters rauh.

Ebenfalls artenreiche Familie von großer Verbreitung. Artenreichste Gattungen: *Brachythecium* (z. B. *B. salebrosum, B. albicans* u. a.), *Rhynchostegium* (z. B. *Rh. murale*), *Oxyrrhynchium* (z. B. *O. rusciforme*, Abb. 199, Fig. 2, *O. speciosum*, Abb. 199, Fig. 11, u. a.).

58. Familie, **Leucomiaceae;** 59. Familie, **Sematophyllaceae;** 60. Familie, **Rhegmationtaceae;** 61. Familie, **Hypnodendraceae** (hierher z. B. *Mniodendron*, Abb. 199, Fig. 1); fast ausschließlich tropische und subtropische Formen.

2. Ordnung. *Sphagnales*[32]). Torfmoose.

Protonema flächenförmig[33]) (Abb. 201, Fig. 4), grün. Stämmchenverzweigung sehr regelmäßig: neben jedem vierten Blatt entspringt ein Seitensproß, derselbe teilt sich alsbald büschelig; von diesen Ästchen stehen einige ab, andere laufen am relativen Hauptstamme herab. Stämmchen ohne Zentralstrang, ebenso die Blätter ohne Mittelrippe. Die Blätter bestehen aus zweierlei Zellen (Abb. 201, Fig. 5 und 6), aus großen, chlorophyllosen Zellen (Leukozysten), welche ringförmig oder schraubig verlaufende Verdickungsleisten, sowie weite Membranöffnungen aufweisen und aus kleinen, schmalen, chlorophyllhaltigen Zellen (Chlorozysten). In der Oberhaut der Äste finden sich flaschenförmige, hyaline Zellen: „Ampullen“ (Abb. 201, Fig. 3). Die chlorophyllosen Zellen der Blätter, sowie die Ampullen hängen mit der Wasserversorgung, bzw. mit dem Schutze vor dem Vertrocknen zusammen.

Antheridien langgestielt, kugelig. Das Sporogon besitzt keine Seta, sondern wird durch den blattlosen verlängerten obersten Teil des Stämmchens, das sogenannte „Pseudopodium“ emporgehoben; in den Gipfel desselben ist der knollige Fuß eingesenkt. Calyptra fehlt. Die sporenbildenden Zellen gehen aus dem Amphithecium hervor, während aus dem Endothecium

---

[32]) Außer der S. 283 angegebenen Literatur ist zu vergleichen: Warnstorf C., Die europäischen Torfmoose. 1881; derselbe in Engler u. Prantl, Natürl. Pflanzenfam., I. 3., 1901. — Husnot T., Sphagnologia europaea, 1882. — Russow E., Zur Anatomie der Torfmoose. Schrift. d. Naturf. Ges. Dorpat, 1887. — Cardot J., Les Sph. d'Europe. Bull. soc. roy. de Belg., 1886; Revis. d. Sph. d. l'Amer. d. Nord. Bull. soc. roy. de Belg., 1887. — Oehlmann, Veget. Fortpflanzg. d. Sphagn. Dissert. Freiburg 1898.

[33]) Nur bei zu geringer Lichtintensität zunächst fadenförmig.

bloß die Columella hervorgeht. Die Columella reicht nicht bis an den Scheitel des Sporogons. Die Kapseln öffnen sich mit einem scharf umschriebenen Deckel, der durch Spannungsdifferenzen in der Kapselwand abgeschleudert wird, wobei auch ein Ausstoßen der Sporen stattfindet. Peristom fehlt.

Abb. 201. *Sphagnaceae.* — Fig. 1. *Sphagnum cymbifolium* (nat. Gr.), links mit geschlossenen, rechts mit geöffneten Sporogonen. — Fig. 2. Sporogon davon vergrößert. — Fig. 3. Aststück von *Sph. molluscum*, vergrößert, *s* Ampullen. — Fig. 4. Protonema von *Sph. acutifolium*, vergrößert. — Fig. 5. Stück des Blattgewebes von *Sph. cymbifolium*, 400fach vergr., *c* chlorophyllhältige, *b* chlorophyllose Zellen, *p* Poren. — Fig. 6. Querschnitt des Blattes von *Sph. Girgensohnii*, 450fach vergr., *p* Poren. — Fig. 1—5 nach Schimper, Fig. 6 nach Russow.

Von den *Bryales* sind die *Sphagnales* durch die im Drucke hervorgehobenen Merkmale deutlich und scharf geschieden; sie zeigen im Baue und in der Entwicklung der Antheridien, in einzelnen Eigentümlichkeiten des Sporogons lose Beziehungen zu den Lebermoosen.

Einzige Familie: **Sphagnaceae** mit einer Gattung, *Sphagnum* (Abb. 201). Zahlreiche Arten von recht übereinstimmender Tracht, die auf den einheitlichen Sproßaufbau und die bleichgrüne, rote oder gelbbraune Färbung

zurückzuführen ist. An feuchten Stellen und in stehenden Wasseransammlungen fast über die ganze Erde verbreitet, mit Ausnahme vieler Polargegenden; Hauptverbreitung in den extratropischen Gebieten der nördlichen Hemisphäre, wo sie einen wesentlichen Bestandteil gewisser Formationen der Torfmoore bilden.

In der Systematik der Gattung spielt der anatomische Bau der Blätter und Stämmchen eine große Rolle. Verbreitete circumpolare Arten: *S. acutifolium*, *fimbriatum*, *squarrosum*, *cymbifolium*, *cuspidatum*, *recurvum*, *Girgensohnii*, *subsecundum* u. a. Alle Arten ziehen kalk-

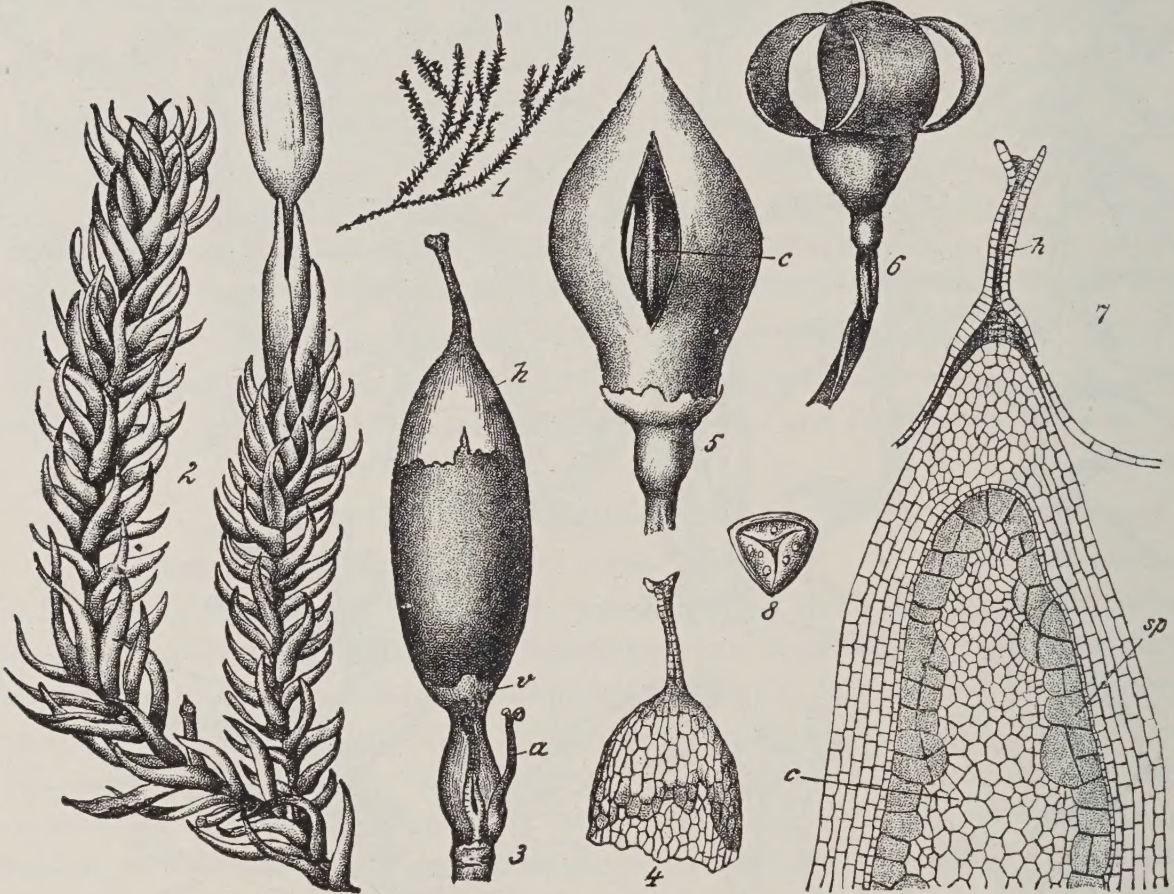


Abb. 202. *Andreaeaceae*. — Fig. 1—6. *Andreaea petrophila*. Fig. 1. Pflanze in nat. Gr.; 2 vergr., 3 junges Sporogon, *v* basaler Rest der Archegonwand, *h* Haube, *a* unbefruchtet gebliebenes Archegonium; 4 Haube; 5 aufspringendes Sporogon, *c* Columella; 6 reifes Sporogon; 3—6 stärker vergr. — Fig. 7. Oberer Teil des Sporogons von *A. rupestris* im Längsschnitte, 80fach vergr., *c* Columella, *sp* Sporen bildendes Gewebe, *h* Haube. — Fig. 8. Spore, stark vergr. — Fig. 1—6 nach Bryolog. Europ., Fig. 7 nach Kühn.

arme Standorte vor. Sphagnaceen spielen eine hervorragende Rolle bei der Torfbildung und bilden einen Hauptbestandteil vieler Torfe. Reines *Sphagnum* findet Verwendung als blut- und sekretaufsaugender Verbandstoff, wozu es sich auch infolge des Gehaltes an einem antiseptisch wirkenden Stoffe, dem Sphagnol, eignet.

3. Ordnung. ***Andreaeales***[34]).

Protonema fadenförmig oder bandartig, verzweigt, dem Substrat aufliegend oder sich über dasselbe erhebend und dann oft sproßartig gegliedert

[34]) Außer der S. 283 angegebenen Literatur: Berggren S., Stud. öfv. Mossorn. byggn. och utveck. I. 1868. — Kühn E., Zur Entwicklungsgeschichte der *Andreaeaceae*, 1870. —

(Abb. 180, Fig. 2). Stämmchen ohne Zentralstrang. Blätter aus 1 (selten 2) Zellschichten bestehend, mit oder ohne Mittelrippe. Aufbau der Blätter zurückführbar auf eine Scheitelzelle, die nur nach einer Richtung Segmente abgibt oder sich wie die der anderen Laubmoose verhält. Sporogon ohne Seta, auf verlängertem Pseudopodium stehend. Sporenbildendes Gewebe und Columella aus dem Endothecium entstehend. Die Columella steht nach oben mit der Wand nicht in Zusammenhang (Abb. 202, Fig. 7). Öffnen der Kapsel durch 4—8 Längsrisse; Deckel und Peristom fehlen. Haube sehr klein.

Die Ordnung der *Andreaeales* ist von den *Bryales* deutlich verschieden. Sie zeigt Beziehungen zu den Lebermoosen in Bau und Entwicklung der Antheridien, im Aufbau des Blattes, sowie im Sporogon.

Einzige Familie: **Andreaeaceae**, mit einer Gattung:

Andreaea. Kalkfreie Felsen oder Erde bewohnende, meist braun oder schwärzlich gefärbte Moose. Weit verbreitet, besonders in den Polargebieten und Gebirgen.

In Europa verbreitet: *A. petrophila* (auch in Nordamerika, Tasmanien und Neuseeland) (Abb. 202).

2. Klasse. Hepaticae, Lebermoose[35]).

Die Zweiteilung des Gametophyten in Protonema und beblättertes Stämmchen ist insofern zumeist nur angedeutet, als das Protonema außerordentlich rückgebildet ist (Abb. 203). Es besitzt bei weitem nicht die morphologische und biologische Selbständigkeit wie bei den Laubmoosen und liefert sehr häufig nur 1 Stämmchen, als dessen erstes Entwicklungsstadium

---

Waldner M., Die Entwicklung der Sporogone von *Andreaea* und *Sphagnum*, 1887. — Ruhland W. u. Brotherus V. F. in Engler u. Prantl, Natürl. Pflanzenfam., I. 3., 1901.

[35]) Nees v. Esenbeck Ch. G., Naturg. d. europ. Leberm. 4 Bde. 1833—1838. — Gottsche C. M., Lindenberg J. B. W. et Nees ab Esenbeck Ch. G., Synopsis Hepaticarum. Hamburg 1844—1847. — Hofmeister W., Vergleichende Untersuchungen. Leipzig 1851. — Kienitz-Gerloff F., Vergl. Unters. über die Entwicklungsgeschichte der Lebermoossporang. Bot. Zeitung, 1874. — Leitgeb H., Untersuchungen über die Lebermoose. Graz 1874—1881. — Goebel C. in Schenk, Handbuch d. Bot., II. Bd., 1882; Morpholog. u. biolog. Studien, Ann. d. Jard. bot. de Buitenzorg, VII. et IX., 1887 u. 1890; Archegoniatenstud. I—XI., Flora, 1892—1907; Organographie, 2. Aufl., 1. Heft, 1915. — Spruce R., Hepaticae of the Amazon and of the Andes. London 1885. — Massalongo C., Repert. della Epaticol. Ital., 1886. — Schiffner V. in Engler u. Prantl, Natürl. Pflanzenfam., I., 3. Abt., 1893—1895; Expos. plant. in it. ind. 1893—1894 susc. Denkschr. d. k. Akad. Wien, LXVII., 1898 u. LXX., 1900; Die Hepat. d. Fl. v. Buitenz. 1900; Hepat. europ. exsicc. 5 fasc., 1901—1908 mit krit. Bemerkg.; Syst.-phyl. Forschung in der Hepaticolog. Progr. rei bot., V., 1917. — Campbell D. H., The struct. and developm. of the Mosses and Ferns. London 1895; ed. 2., 1905. — Literaturverzeichnis in Underwood L. in Mem. Torr. Bot. Club, 1895. — Stephani F., Species Hepaticarum. Bull. herb. Boiss., 1898 u. d. folg. Bde., ferner Bull. d. l. Soc. bot. de Genève. — Solms-Laubach H. Grf., Die Marchant. Cleveid. u. ihre Verbr. Bot. Zeitg., 1899. — Pearson W. H., The Hep. of Brit. Ils. 2 Bde., 1902. — Lampa E., Unters. an einig. Leberm. Sitzb. Akad. Wien, CXI u. CXII, 1902 und 1903. — Lohmann J., Beitr. z. Chem. u. Biol. der Leberm. Beih. z. bot. Centralbl., XV., 1903. — Boulay, Musc. d. l. France. Hepat. 1904. — Müller K., Die Lebermoose in Rabenh. Kryptog.-Fl., 2. Aufl., 1906—1909. — Lotsy J. P., Vortr. üb. bot. Stammesg., II. Bd., 1909. —

es dann aufgefaßt werden kann. Protonema-ähnliche Bildungen kommen mehrfach durch sekundäre Anpassung des Stämmchens zustande.

Der Aufbau des Stämmchens geht dauernd oder wenigstens anfangs auf die Tätigkeit einer Scheitelzelle zurück, welche nach zwei, drei oder vier Richtungen Segmente abgibt; die Zahl der Richtungen hängt mit dem Baue des fertigen Stämmchens und der Beblätterung desselben zusammen. In der Regel ist der Sproß deutlich bilateral gebaut (Ausnahmen *Haplomitrium*, *Calobryum*); diese Bilateralität äußert sich darin, daß zwei Reihen kräftiger Blätter (Oberblätter) und eine ventrale Reihe reduzierter Blätter (Unterblätter, Amphigastrien) auftreten (foliose Lebermoose) oder darin,

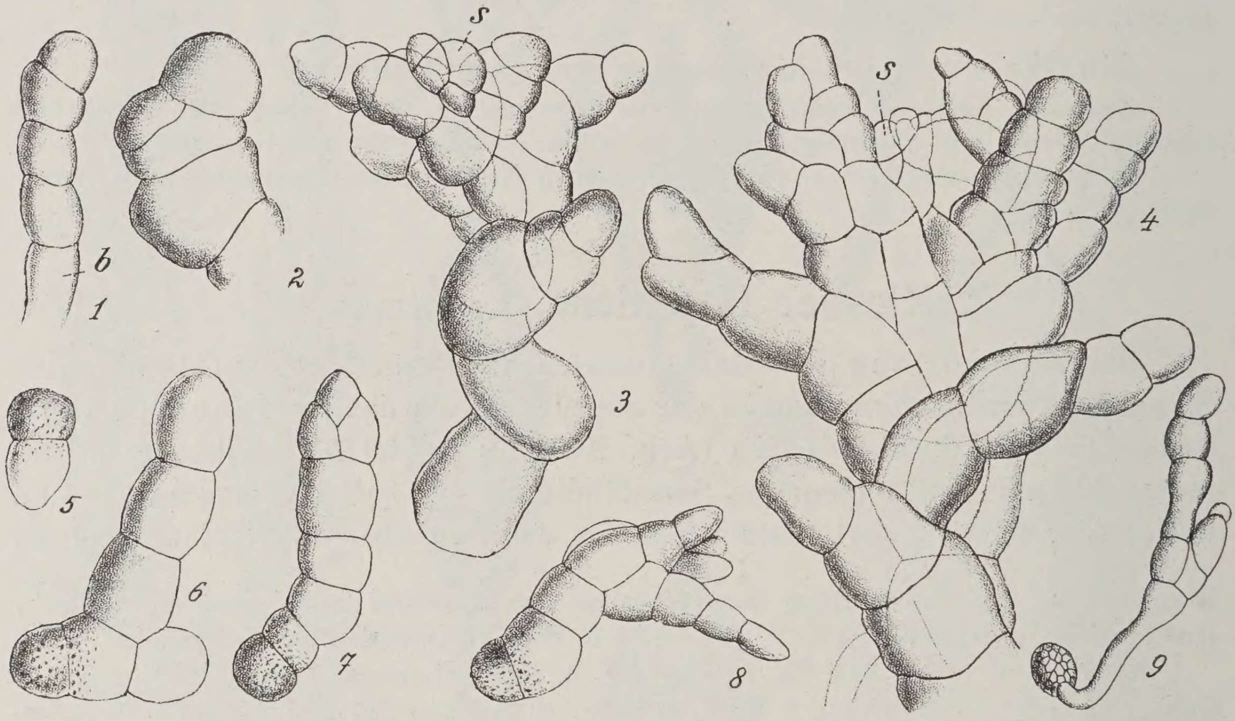


Abb. 203. Keimung von Lebermoosen (reduzierte Protonemabildung). — Fig. 1—4. *Chomiocarpon quadratus* (frondoses Lebermoos). Fig. 1 Fadenstadium (Protonema), *b* erste Zelle ober der Spore; 2—4 Sproßbildung, *s* Scheitelzelle; in Fig. 3 u. 4 noch deutliche Blattbildung; stark vergr. — Fig. 5—8. *Lophocolea bidentata* (folioses Lebermoos), bei 8 Sproßbildung; stark vergr. — Fig. 9. Protonema von *Fossombronia pusilla*. — Fig. 1—4 nach E. Lampa, 5—9 nach Leitgeb.

daß das Stämmchen selbst eine immer mehr sich steigernde, mit Reduktion der Blätter verbundene Abflachung erfährt, wodurch thallusähnliche Bildungen (Frons, frondose Lebermoose) entstehen. Die Natur der-

Kreh W., Über d. Regen. d. Leberm. Nova Acta. Leop. Carol. Ak., XC., 1909. — Evans A. W., Branch. in leafy Hep. Ann. of Bot., XXVI., 1912. — Oltmanns F. in Handwörterb. d. Naturw., VI., 1912. — Meyer K., Unters. üb. d. Sporoph. d. Leberm. Ber. d. d. bot. Ges. XXXV., 1913. — Hutchinson G. H. Gametoph. of *Pellia*. Bot. Gaz., LX., 1915. — Haupt A. W., Gametoph. of *Reb. hem.* Bot. Gaz., LXXI., 1921; Embryog. and sporog. of *Reb. hem.*, l. c., 1921. — Dupler A. W., The male recept. and anth. of *Reb. hem.* Am. Journ. of Bot., IX., 1922. — Über die Cytologie der *Hep.* speziell vergl. Humphrey H. B., The devel. of *Fossombronia*. Ann. of Bot., XX., 1906 und die dort zit. Literatur.

selben als abgeleiteter Formen ist an dem häufigen Vorkommen reduzierter Blätter (Abb. 205, Fig. 1—4) und an der oft weitgehenden anatomischen Gliederung (vgl. Abb. 204) kenntlich. An der Unterseite der Frons finden sich häufig Ventralschuppen, die zum Teil reduzierte Blätter, zum Teil lamellenartige Auswüchse sind (Abb. 205). Der Übergang der foliosen Formen in frondose dürfte sich wiederholt bei verschiedenen Gruppen abgespielt haben[36]. Nicht selten weichen die Sexualorgane tragenden Sprosse durch scheinbar nicht bilateralen Bau und wesentlich andere Gestalt von den vegetativen ab. In anatomischer Hinsicht zeigt das Stämmchen der foliosen Formen einen einfacheren Bau als jenes der Laubmoose. An der Vegetationsspitze und an der Unterseite der frondosen Lebermoose finden sich häufig Schleimpapillen.

Knöllchen als Reservestoffbehälter bei *Anthoceros, Fossombronia* u. a. Ölkörper in eigenen Zellen (Ölzellen) sind eine sehr verbreitete Erscheinung. Mycelien (ob Symbiose?) in den Rhizoiden und in Teilen der Frons häufig;

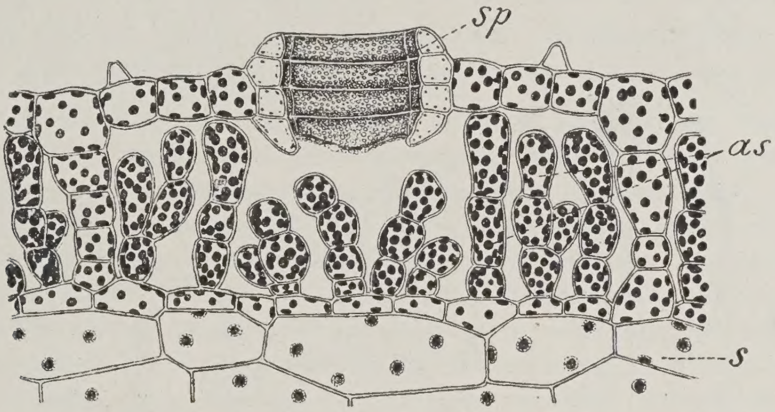


Abb. 204. Durchschnitt durch den oberen Teil der Frons von *Marchantia polymorpha*; *sp* Spaltöffnung, *as* Assimilatoren, *s* Speichergewebe. — Vergr. — Nach Voigt.

Nostoc-Kolonien in den Schleimhöhlen von *Anthoceros*, in den „Blattohren" von *Blasia* u. a. (ob Symbiose?)[37].

Die Blätter sind meist aus einer Zellschichte gebildet und rippenlos; ihr Aufbau geht auf eine, nach einer Richtung Segmente abgliedernde Scheitelzelle zurück; sie sind meist zweilappig. Archegonien terminal oder dorsal; im Gegensatze zu den Laubmoosen verliert die Deckzelle des Archegoniumhalses sehr bald die Teilungsfähigkeit und nimmt an dem Aufbaue des Halses keinen weiteren Anteil. Antheridien nur selten terminal an Sproßenden; bei frondosen Formen sind Archegonien und Antheridien oft versenkt. Antheridien eiförmig, kugelig oder keulenförmig, länger oder kürzer gestielt.

Das Sporogon bleibt lange Zeit, zumeist bis zur Sporenreife in dem heranwachsenden Archegoniumbauche (Calyptra) eingeschlossen; dabei eilt

---

[36]) Über die Beziehungen zwischen foliosen und frondosen Lebermoosen vgl. insbesonders Goebel, Organographie, 2. Aufl., 1. Heft, 1915.

[37]) Peklo, J., Einiges üb. d. Mykorrhiza b. d. Musc. Bull. intern. d. l'acad. d. Bohême, 1903. — Peirce G., Anthoc. and its *Nostoc* col. Bot. Gaz., 42., 1906. — Oes A., Über d. Ass. d. Stickst. d. *Azolla*. Zeitschr. f. Bot., V., 1913.

zumeist die Kapsel in der Entwicklung dem Stiele voraus. Das Sporogon durchbricht in den meisten Fällen infolge raschen Heranwachsens des zarten Stieles die Calyptra am Scheitel, die dann als Scheide am Grunde desselben zurückbleibt und nicht, wie bei den Laubmoosen, als Haube empor-

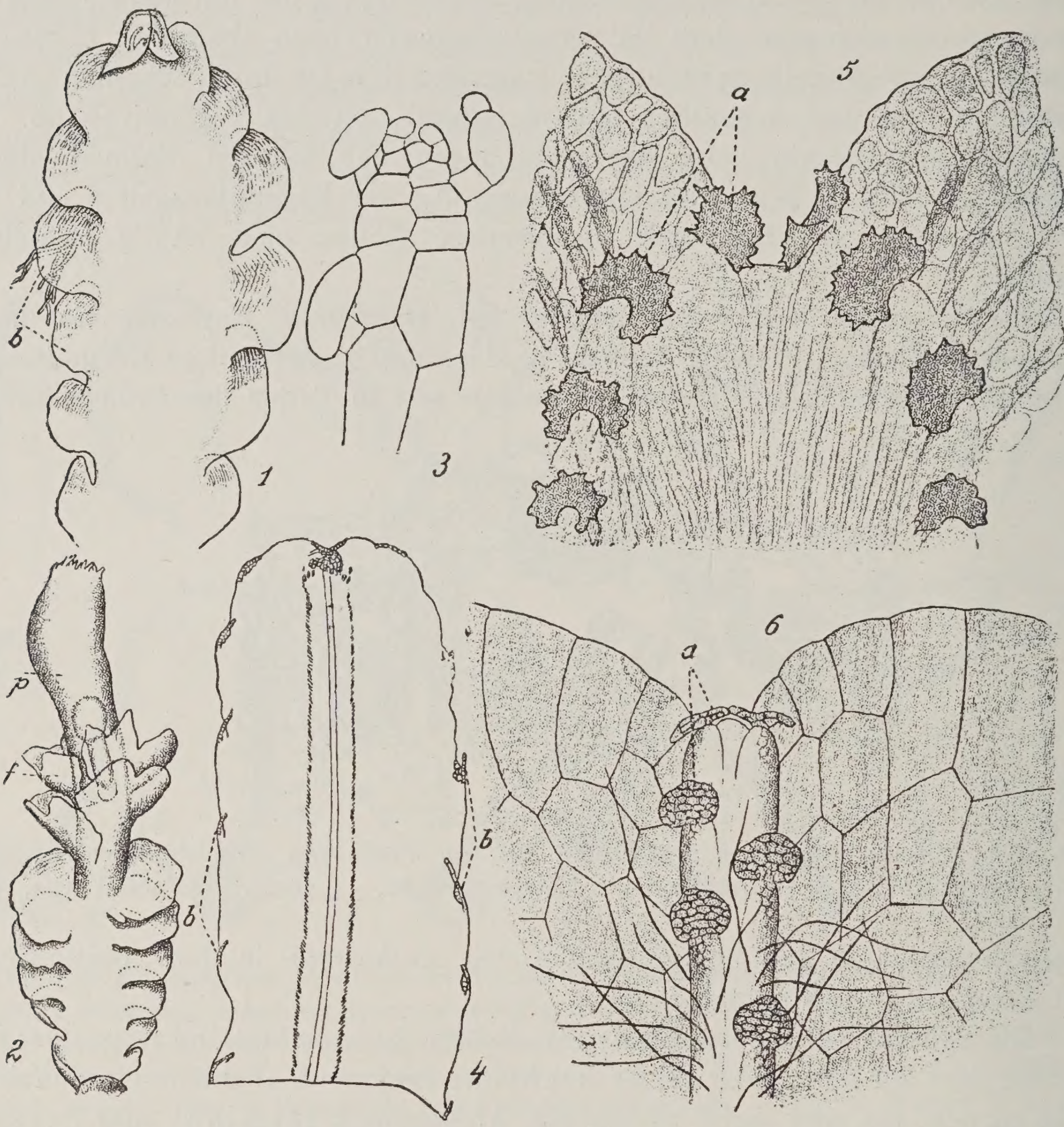


Abb. 205. Zwischenformen zwischen foliosen und frondosen Lebermoosen und Bau der Ventralschuppen bei letzteren. — Fig. 1. *Schiffneria hyalina*, Oberansicht des abgeflachten Stammes mit randständigen Blättern *b*. — Fig. 2. Dieselbe mit fertilem Sprosse *f* und Hülle des Sporogons *p*. — Fig. 3. *Zoopsis argentea*, Sproßende mit reduzierten Blättern. — Fig. 4. *Blyttia longispina*, Fronsspitze mit reduzierten Blättern *b*. — Fig. 5. Fronsscheitel von *Marchantia polymorpha*, Unterseite mit Ventralschuppen *a*. — Fig. 6. Dasselbe von *Conocephalus conicus*. — Alle Figuren, bes. 3, 5 u. 6, vergr. — Fig. 1 bis 4 nach Goebel, 5 und 6 Original.

gehoben wird. Nur selten bleibt das Sporogon dauernd in der Archegoniumwand eingeschlossen. Bei Entwicklung des Embryos vergrößern sich manchmal Gewebepartien unterhalb des Archegoniums derart, daß der Embryo von denselben umschlossen wird (Marsupium). Im Sporogon sondert sich früh die Wand vom zentralen Gewebe. Letzteres bildet die Sporenmutter-

zellen aus, in denen die Sporen zu je vier entstehen. Entweder wird das zentrale Gewebe nur zu Sporenmutterzellen oder es entstehen — und dies ist der häufigere Fall — daneben zwischen diesen sterile, mannigfachen ökologischen Funktionen (Ausschleudern, allmähliches Auflockern der Sporenmasse, Öffnen der Kapselwand, Nährzellen etc.) dienende, bestimmt geformte Zellen (Elateren). Dieselben sind zumeist schlauchförmig und mit schraubig verlaufenden Membranverdickungen versehen. Eine Columella findet sich bloß bei den *Anthocerotales*, fehlt sonst vollständig. Bei den *Anthocerotales* auch Assimilationsgewebe in der Sporogonwand, das sonst nicht vorhanden ist. Die Kapsel öffnet sich durch Aufreißen der Wand in klappenförmige Stücke, seltener durch unregelmäßiges Zerreißen derselben oder mit einem Deckel.

Außer der Vermehrung durch die in den Sporogonen gebildeten Sporen findet häufig ungeschlechtliche Vermehrung auch durch Organe statt, welche auf dem Gametophyten auftreten, durch Brutzellen (im Innern von Zellen gebildete bei *Riccardia*), Brutkörper und Brutsprosse. Dieselben werden manchmal in bestimmt gestalteten Sproßteilen (Brutbecher bei *Marchantia* [Abb. 210, Fig. 1 *b*] und *Lunularia* [Abb. 209, Fig. 4 *br*]) entwickelt[38]).

Über die Beziehungen der Lebermoose zu den Laubmoosen vgl. das S. 290 Gesagte[39]). Die beblätterten Formen der Lebermoose, und zwar die *Haplomitriaceae* und *Acrogynaceae* unter den *Jungermanniales* nähern sich in mehrfacher Hinsicht (Beblätterung, Stellung der Archegonien) noch am meisten dem Typus der Laubmoose; immer mehr tritt die dorsiventrale Ausbildung und damit die Reduktion der Blattbildung am Gametophyten hervor, bis schließlich thallusähnliche Bildungen entstehen, die mit den thallösen Gametophyten der Pteridophyten viel Ähnlichkeit haben. Schon bei den *Anacrogynaceae* unter den *Jungermanniales* vollzieht sich diese Umbildung; die *Marchantiales* stellen einen Seitenzweig dar, bei dem es zwar zu einer thallusartigen Ausbildung des Gametophyten, aber zu einer hohen Differenzierung in demselben gekommen ist; die *Ricciaceae* erscheinen als stark vereinfachte *Marchantiales*. Die Vereinfachung der Gametophyten geht am weitesten bei den *Anthocerotales*.

In der Verbreitung stimmen die Lebermoose mit den Laubmoosen überein, doch bevorzugen sie in der Regel feuchtere Standorte. Nur verhältnismäßig wenige Formen sind an eine xerophytische Lebensweise angepaßt. Die relativ große Abhängigkeit von Feuchtigkeit kommt in der häufigen Ausbildung von wassersammelnden Organen („Wassersäcke" an den Blättern der *Acrogynaceae* u. dgl.) und Schleimpapillen zum Ausdrucke. Fossile Formen, durch welche eine wesentliche Erweiterung unserer Kenntnisse bewirkt würde, sind bisher nicht bekannt geworden.

1. Ordnung. *Jungermanniales.*

Stämmchen zylindrisch und beblättert oder abgeflacht (Frons); in letzterem Falle mit mehr oder minder reduzierten Blättern. Geschlechtsorgane nicht auf besonders gestalteten Trägern. Sporogon gestielt,

---

[38]) Buch H., Über d. Brutorg. d. Leberm. Helsingfors, 1911.

[39]) Vgl. insbesonders auch die zusammenfassende Arbeit von V. Schiffner, welche auf S. 290 zitiert wurde.

Abb. 206. *Jungermanniales.* — Fig. 1. Längsschnitt durch die sporogontragende Stammspitze von *Nardia minor*, 18fach vergr.; *a* Antheridium, *ar* verkümmerte Archegonien, *c* Calyptra, *p* Hülle. — Fig. 2. *Metzgeria conjugata*, Stück der Frons mit Sporogon (*c* Calyptra, *e* Elaterenbüschel), mit männlichen Ästchen und Archegongruppen, vergr. — Fig. 3. Archegongruppe. — Fig. 4. Zwei männliche Ästchen von derselben Pflanze. — Fig. 5. *Marsupella Sprucei*, 15fach vergr. — Fig. 6. Blatt davon mit 3 Antheridien. — Fig. 7. *Riella helicophylla*, $1^1/_2$fach vergr. — Fig. 8. *Leptolejeunia stenophylla*, Sproßstück mit Sporogon, 36fach vergr., *p* Hülle, *e* Elateren. — Fig. 9. Stammstück von *Frullania Ecklonii* mit 4 Blättern, vergr., *l* Lobulus. — Fig. 10. Stammstück von *Jackiella javanica* mit einem unreifen und einem reifen Sporogon, vergr. — Fig. 11. Stammstück von *Lepidozia reptans*, vergr., mit Blättern und Amphigastrien (*A*). — Fig. 12. Dasselbe von *Lepidozia Lindenbergii*, vergr.; Fig. 13 von *Lejeunia*; Fig. 14 von *Frullania dilatata*, vergr.; Fig. 15 von *Frullania apiculata*, vergr. — In Fig. 11 bis 15 bedeutet *l* Lobulus, *A* Amphigastrium. — Nach Schiffner.

im Innern mit Sporen und Elateren, vierklappig aufspringend. Sporogonwand meist mehrschichtig.

1. Familie. **Haplomitriaceae.** Stämmchen aufrecht, zylindrisch, dreireihig beblättert, rhizoidenlos. Blätter nicht zweilappig. Archegonien terminal. Sporogon lange in der Calyptra eingeschlossen.

Haplomitrium Hookeri sehr selten in Nord- und Mitteleuropa; *Calobryum* (Abb. 207) mit mehreren tropischen Arten, z. B. *C. Blumei* auf Java.

2. Familie. **Acrogynaceae.** Stämmchen zylindrisch, bilateral beblättert, mit zwei Reihen von Oberblättern und einer Reihe ventraler Amphigastrien, die stark reduziert sein können (sie fehlen z. B. bei *Radula*). Nur in einzelnen Fällen zeigt das Stämmchen eine Gliederung in einen thallusähnlichen

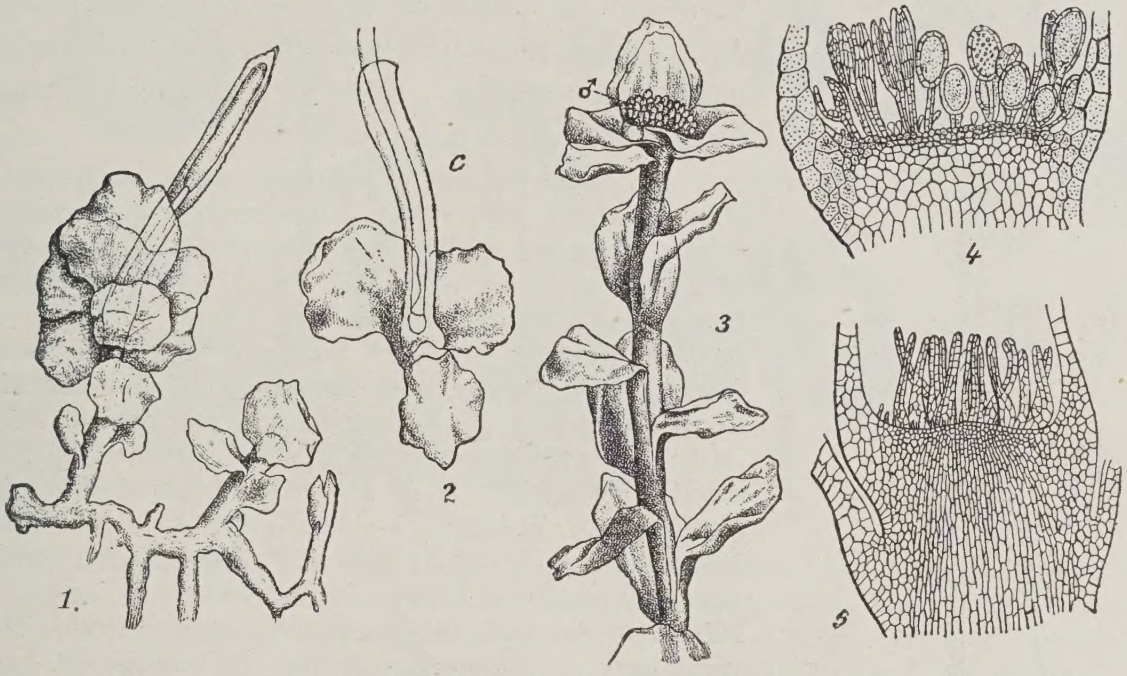


Abb. 207. *Haplomitriaceae.* — Fig. 1 bis 3. *Calobryum mnioides*; 1 weibl. Pflanze mit Sporogon in den Calyptra; 2 Sproßgipfel mit Calyptra *c*, 3 männliche Pflanze mit Antheridien. — Fig. 4 und 5. *C. Blumei*; 4 Längsschnitt durch einen Antheridienstand; 5 Längsschnitt durch einen Archegonienstand. — Alle Figuren vergr. — Fig. 1 bis 3 nach Gottschee, 4 und 5 nach Goebel.

und einen beblätterten Teil (*Pteropsiella, Metzgeriopsis* u. a.). Blätter schon der Anlage nach zweilappig, oberschlächtig (d. h. Blatt mit dem vorderen Rande den Hinterrand des ober ihm stehenden Blattes deckend) oder unterschlächtig. Der untere der beiden Blattlappen ist häufig umgerollt oder zu einem keulenförmigen oder helmartigen Organ (Lobulus) umgewandelt, das verschiedene ökologische Funktionen haben kann, zumeist als Wasserspeicher dient. Archegonien terminal, demgemäß auch die Sporogone am Ende der Haupt- oder kurzer Seitensprosse. Die Hüllen der Geschlechtsorgane werden von Blättern gebildet.

Formenreichste Familie der Lebermoose. In Europa verbreitet Arten der Gattungen: *Marsupella* (Abb. 206, Fig. 5; z. B. *M. emarginata*), *Nardia* (Abb. 206, Fig. 1), *Aplozia* (z. B. *A. sphaerocarpa*), *Lophozia*, *Plagiochila* (z. B. *P. asplenioides*), *Lophocolea* (*L. bidentata*, *L. heterophylla*), *Cephalozia* (*C. bicuspidata*, *C. media*), *Bazzania* (*B. trilobata*), *Lepidozia*

z. B. *L. reptans*), *Ptilidium* (*P. ciliare*), *Trichocolea* (*T. tomentella*, Kosmopolit), *Scapania* (z. B. *S. undulata, nemorosa*), *Madotheca* (z. B. *M. platyphylla*), *Lejeunia* (z. B. *L. serpyllifolia*), *Frullania* (Abb. 206, Fig. 9, 14, 15; *F. dilatata, F. Tamarisci*), *Radula complanata* u. a. — Artenreiche Gattungen der Tropen: *Plagiochila, Chiloscyphus, Bazzania, Schistochila, Radula, Madotheca, Cololejeunia, Lejeunia, Hygrolejeunia, Ceratolejeunia, Frullania.* — Bei einigen Gattungen (*Calypogeia, Acrobolbus, Saccogyna* u. a.) bildet sich in der Nähe der Archegonien ein Gewebewulst, der die Archegonien und später das unreife Sporogon umhüllend, sich beutelartig verlängert und in den Boden eindringt (Marsupium, Abb. 206, Fig. 10).

3. Familie. **Anacrogynaceae.** Stämmchen mehr oder minder thallusähnlich (Frons) mit reduzierten Blättern oder ganz ohne solche. Frons selbst oft blattartig gelappt. Rhizoiden niemals mit zapfenförmigen Membranverdickungen. Blätter der Anlage nach einfach. Archegonien nicht terminal. Sporogon daher seiten- oder rückenständig. Hülle der Geschlechtsorgane nicht durch Blätter gebildet.

Abb. 208. *Hymenophytum flabellatum* mit Sporogon, 2fach vergr. — Nach Goebel.

A. Sphaerocarpeae[40]). Kapsel nicht aufspringend, keine Elateren, aber sterile Zellen im Sporogon: *Sphaerocarpus.* Sporogon stiellos, von einer großen blasigen Hülle umgeben. — *Riella* (Abb. 206, Fig. 7). Stehende Wässer bewohnend. Stämmchen an einer Seite kielartig verbreitert, überdies Blättchen tragend. Kiel oft schraubig gewunden. *R. Reuteri* im Genfersee (in neuerer Zeit nicht mehr gefunden); *R. Battandieri* in Algier und in Frankreich; mehrere Arten in Nordafrika, Zentralasien, Nordamerika, Südafrika. — *B. Metzgerieae.* Kapsel vierklappig aufspringend. Elateren. — Stämmchen mit blattartigen Lappen: *Fossombronia* (in Europa *F. Dumortieri, angulosa*), *Blasia* (*B. pusilla* in Europa, Nordamerika und Australien), *Pellia* (*P. epiphylla* in Europa, Nordamerika und Asien verbreitet). — Stämmchen thallös: *Pallavicinia* (*P. Lyellii* verbreitet), *Symphyogyna* (hauptsächlich in den Tropen), *Metzgeria* (Abb. 206, Fig. 2; in Europa verbreitet: *M. furcata* und *conjugata*), *Riccardia* (verbreitet: *R. pinguis, R. multifida, R. sinuata*), *Hymenophytum* (z. B. *H. flabellatum* [Abb. 208] in Australien).

2. Ordnung. *Marchantiales.*

Vegetationsorgane stets thallusartig (Frons), mit Ventralschuppen auf der Unterseite, vielfach anatomisch reich gegliedert (oben Assimilationsgewebe, unten Speichergewebe; im Assimilationsgewebe oft Luftkammern, in die eigene Assimilatoren hineinragen, vgl. Abb. 204)[41]), an der Oberseite mit Atemöffnungen; Rhizoiden

[40]) Vgl. speziell: Goebel K. in Flora, 1893 u. 1907. — Porsild M. P., Zur Entwicklungsgeschichte d. Gttg. *Riella.* Flora, 1903. — Campbell D. H., Notes on *Sphaerocarpus.* Erythea, IV., 1896. — Douin J., Le *Sphaerocarpus terrestris*, Rev. bryol., XXX., 1903 u. Les Sphaeroc. Franc., l. c., XXXIV., 1907. — Cavers F., The inter-relat. of the Bryoph. New Phytol., 1911. — Die Unterfamilie weicht von der zweiten stark ab und verdient eine selbständigere Stellung.

[41]) Vgl. Voigt W. E., Beitr. z. vergl. Anat. d. *March.* Bot. Zeitg., 1879.

wenigstens zum Teile mit zapfenartigen Membranverdickungen. Geschlechtsorgane meist (Ausnahmen: *Corsinieae, Targionieae, Ricciaceae*) auf eigenen, oft gestielten Trägern; Sporogon sitzend oder kurz gestielt. Wand der Kapsel durch Zerfall, durch Ringspalt oder mit Zähnen sich öffnend. In der Kapsel nur Sporen oder überdies noch Elateren oder sonstige sterile Zellen. Kapselwand einschichtig.

1. Familie. ***Marchantiaceae.*** Frons zumeist an der Oberseite mit kompliziert gebauten Atemöffnungen, oft gefeldert erscheinend. Geschlechtsorgane zumeist auf besonders gestalteten, gestielten Fronsabschnitten. Das Sporogon durchbricht die Calyptra bei der Reife und springt mit Ringspalt,

Abb. 209. *Marchantiaceae.* — Fig. 1—3. *Corsinia marchantioides.* Fig. 1 weibliche Pflanze mit Sporogonen (*sp*); 2 männliche Pflanze mit Antheridienständen (*a*), 2fach vergr.; 3 Querschnitt durch die Frons mit Sporogon (*sp*), *c* Calyptra, stärker vergr. — Fig. 4. *Lunularia cruciata* mit einem reifen (*b*) und einem unreifen (*a*) Sporogonträger und Brutbecher (*br*), nat. Gr. — Fig. 5. Sporogon mit Hülle davon. — Fig. 6. *Hypenantron tenellum,* nat. Gr.; Fig. 7 Sporogonträger davon, vergr.; Fig. 8 derselbe im Längsschnitte, *r* Träger, *b* und *c* Hüllen, *d* Kapsel. — Fig. 9. *Reboulia hemisphaerica* mit Sporogonträgern und Antheridienständen (*a*), nat. Gr.; Fig. 10 u. 11 Sporogonträger davon, vergr. — Nach Bischoff.

unregelmäßigen Zähnen oder 4 bis 8 Klappen auf. Neben den Sporen im Innern der Kapsel Elateren oder sterile Zellen.

Infolge der thallösen Beschaffenheit der Vegetationsorgane relativ einfach aussehende Pflanzen, zweifellos aber von hoher Organisation. Dafür, daß sie von beblätterten Formen abzuleiten sind, spricht das Vorkommen nach drei Richtungen ausgehender Blattrudimente an den jungen Pflanzen und das sehr verbreitete Vorkommen rudimentärer Blätter an der erwachsenen Frons.

A. Targionieae. Sporogone einzeln an der Bauchseite gewöhnlicher Fronslappen. In Süd- u. Westeuropa verbreitet: *Targionia hypophylla.* — B. *Corsinieae.* Sporogone auf der Oberseite der Frons. *Corsinia marchantioides* (Südeuropa, Canaren, Madeira) (Abb. 209, Fig. 1—3), *Funicularia* (Brasilien). — *C. Marchantieae.* Archegonien und Sporogone auf meist gestielten Trägern (Carpocephalum), deren Stiele bloße Fronswucherungen oder Sproße oder Sproßsysteme sind. — *a.* Antheridien akropetal entspringend: *Sauteria* (z. B. *S. alpina,* arktisch und alpin), *Peltolepis, Clevea, Reboulia* (z. B. *R. hemisphaerica,* Kosmopolit;

Abb. 209, Fig. 9), *Grimaldia* (z. B. *G. fragrans*, nördliche gemäßigte Zone), *Hypenantron* (= *Fimbriaria*; Abb. 209, Fig. 6; in Europa *H. pilosum* verbreitet); bei den drei letzterwähnten Gattungen fällt der obere Teil der Kapselwand als Deckel oder stückweise ab. — *b*. Antheridien zentripetal entspringend: *Conocephalus* (= *Fegatella*), *Lunularia* (Abb. 209,

Abb. 210. *Marchantia polymorpha*. — Fig. 1. Fronsstück mit Antheridienträger (*a*) und Brutbecher (*b*), vergr. — Fig. 2. Längsschnitt durch ein Stück des Antheridienträgers, stärker vergr. *a* Antheridien, *sp* Spaltöffnungen. — Fig. 3. Fronsstück mit Archegonienträgern (*g*), vergr. — Fig. 4. Ein solcher Träger von unten. — Fig. 5. Archegonium im Momente der Befruchtung, stark vergr. — Fig. 6. Reifes Sporogon. — Fig. 7 Elateren (*e*) und Sporen (*sp*). — Fig. 8. Brutkörper. — Fig. 7 und 8 stark vergr. — Nach Kny.

Fig. 4), *Chomiocarpon* (= *Preissia*), *Marchantia*, *Dumortiera*. Verbreitete Arten: *Con. conicus* (nördliche gemäßigte Zone), *Lunularia cruciata* (Südeuropa, in Mittel- und Nordeuropa eingeschleppt), *Chom. quadratum* (nördliche gemäßigte Zone), *M. polymorpha* Kosmopolit (Abb. 210).

2. Familie. **Ricciaceae.** Frons thallusartig, mit sehr einfachen oder ohne Atemöffnungen. Geschlechtsorgane zuerst an der Oberfläche angelegt, bald in das Gewebe der Frons versenkt. Sporogon stiellos, versenkt bleibend, im reifen Zustande sich nicht regelmäßig öffnend. Elateren fehlen.

Riccia (Abb. 211, Fig. 1, 3—7). Artenreiche Gattung; in Europa am häufigsten: *R. ciliata*, *R. glauca* (beide auch in Nordamerika), *R. crystallina* (Kosmopolit), *R. canaliculata* (die sterile Wasserform dazu als *R. fluitans* bekannt). — *Ricciocarpus natans* (dazu als Landform die frühere „*Riccia lutescens*"), schwimmend, Kosmopolit (Abb. 211, Fig. 2).

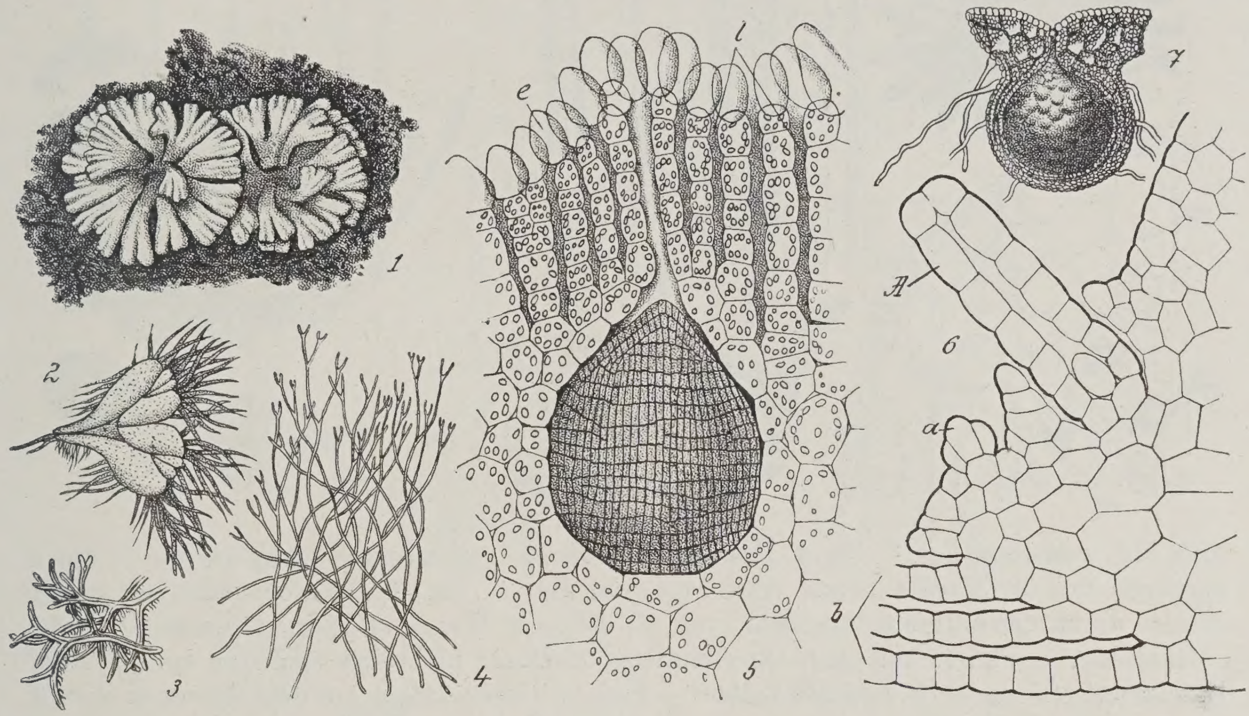


Abb. 211. *Ricciaceae.* — Fig. 1. *Riccia Michelii*, nat. Gr. — Fig. 2. *Ricciocarpus natans*, etwas vergr. — Fig. 3. *Riccia canaliculata*, nat. Gr. — Fig. 4. *R. fluitans*, Wasserform der vorigen, nat. Gr. — Fig. 5. Reifes Antheridium von *R. glauca* im Innern der Frons, *e* Epidermis, *l* Lufträume, 160fach vergr. — Fig. 6. Längsschnitt durch den Sproßscheitel von *R. ciliata*, 300fach vergr., *a* Archegoniumanlage, links darunter die Scheitelzelle, *A* Archegonium, *b* Blattrudimente. — Fig. 7. Querschnitt durch die Frons von *R. canaliculata* mit Sporogon, vergr. — Fig. 1 u. 4 Original, 2, 3, 7 nach Bischoff, 5 u. 6 nach Kny.

3. Ordnung. *Anthocerotales.*

Vegetationskörper vollständig thallös und blattlos. Zellen häufig mit je einem Chlorophyllkörper. Unterseite und Oberseite mit Spaltöffnungen und Schleimspalten. Antheridien meist in Höhlungen, Archegonien eingesenkt. Sporogon walzenförmig, fast stiellos, aber mit kräftigem Fuße in der Frons befestigt, mit langandauerndem Wachstum am Grunde, meist mit zentralem, sterilem Gewebe (Columella) und mit zweiklappig sich öffnender, anfangs chlorophyllhaltiger und Spaltöffnungen aufweisender Wand. Zwischen den Sporen sterile Zellen („Elateren" oder „Nährzellen") (Abb. 212).

Im Baue des Gametophyten zeigt sich bei den *Anthocerotales* eine sehr weitgehende Vereinfachung, im Baue der Sporophyten dagegen eine ausgesprochen höhere Organisation. Da beides die Gesamtentwicklung der Archegoniaten überhaupt charakterisiert, können

die *Anthocerotales* als eine phylogenetisch relativ hochstehende Bryophytengruppe betrachtet werden.

Einzige Familie: **Anthocerotaceae.**[42]).

Notothylas (Abb. 212, Fig. 8). Sporogon sehr kurz, kaum aus der Hülle hervortretend, Columella bisweilen fehlend: *N. valvata* in Nordamerika, vereinzelt auch in Europa. —

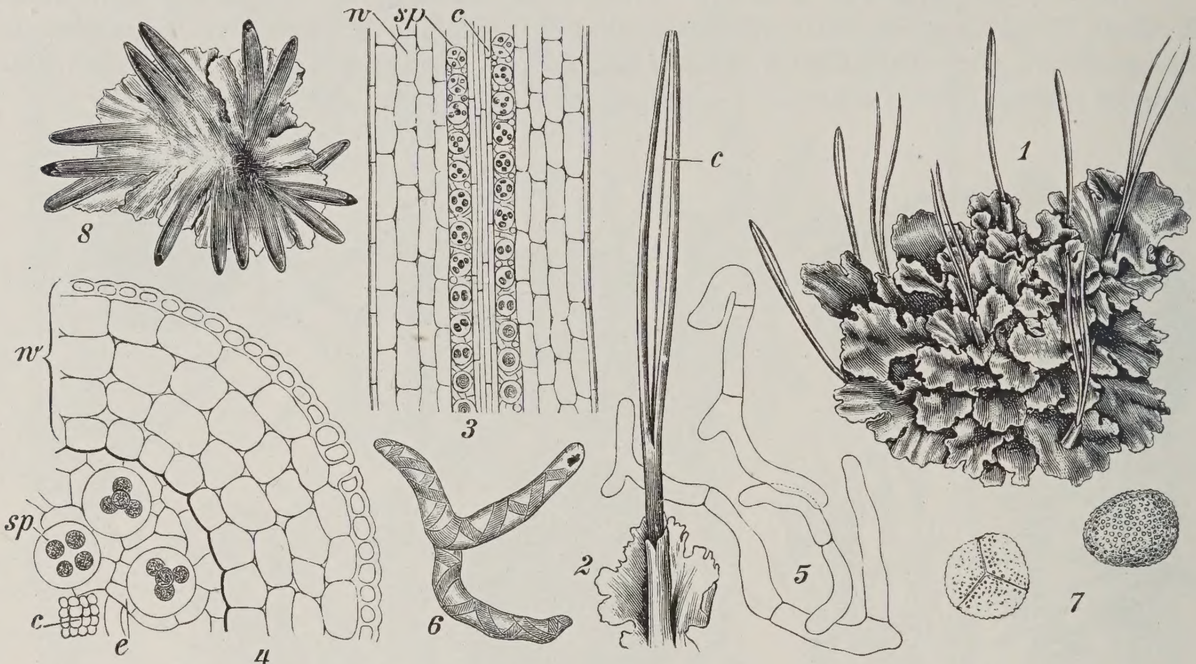


Abb. 212. *Anthocerotales.* — Fig. 1. *Anthoceros laevis* mit reifen Sporogonen; nat. Gr. — Fig. 2. Sporogon von *A. gracilis*, etwas vergr., *c* Columella. — Fig. 3. Halbschematischer Längsschnitt durch das halbreife Sporogon von *A. laevis*, *w* Wand, *sp* sporenbildendes Gewebe, *c* Columella. — Fig. 4. Teil eines Querschnittes durch ein halbreifes Sporogon von *A. laevis*. Bezeichnungen wie bei 3, *e* sterile Zellen. — Fig. 5. Sterile Zellen aus dem Sporogon von *A. laevis*. — Fig. 6. Elateren von *A. gracilis*. — Fig. 7. Sporen von *A. laevis*. — Fig. 3—7 stark vergr. — Fig. 8. *Notothylas valvata* mit Sporogonen; etwas vergr. — Fig. 1, 3—5, 7, 8 Original, 2 u. 6 nach Reichardt.

Anthoceros (Abb. 212, Fig. 1—7). Sporogon stark verlängert, Columella stets vorhanden; *A. laevis* und *A. punctatus*, fast kosmopolitisch. — *Dendroceros* tropisch.

---

2. Unterabteilung. Pteridophyta. Farnpflanzen (Leitbündelkryptogamen).

Deutlicher antithetischer Generationswechsel. Auf den die sexuellen Fortpflanzungsorgane tragenden Gametophyten folgt der die ungeschlechtlichen Fortpflanzungsorgane erzeugende Sporophyt. In bezug auf Größe, Mannigfaltigkeit der Gestalt und des anatomischen Baues tritt der Gametophyt stets hinter dem Sporophyten zurück.

Der Gametophyt ist das aus der Spore entstehende Prothallium (Vorkeim), welches knollen- oder flächenförmig, nur selten fadenförmig ist, selbständig assimiliert und dann Chlorophyll enthält oder aber chlorophyllos

[42]) Vgl. speziell: Campbell D. H., Stud. of some Jav. Anthoc. I u. II u. Suppl. Ann. of Bot., XXI., 1907; XXII., 1908.

ist und entweder von den in den Sporen aufgespeicherten Reservestoffen oder durch Vermittlung von in seinen Geweben lebenden Pilzmycelien sich ernährt. Gliederung in Blatt und Stamm ist am Gametophyten nie durchgeführt, rudimentäre Blattgebilde sind dagegen nachweisbar (vgl. Abb. 180, Fig. 5 *b* und Abb. 243). Der Aufbau des Gametophyten geht anfänglich auf eine Scheitelzelle, später auf ein Meristem zurück. An den dem Substrate zugewendeten Teilen bildet das Prothallium Rhizoiden. Es trägt Antheridien und Archegonien.

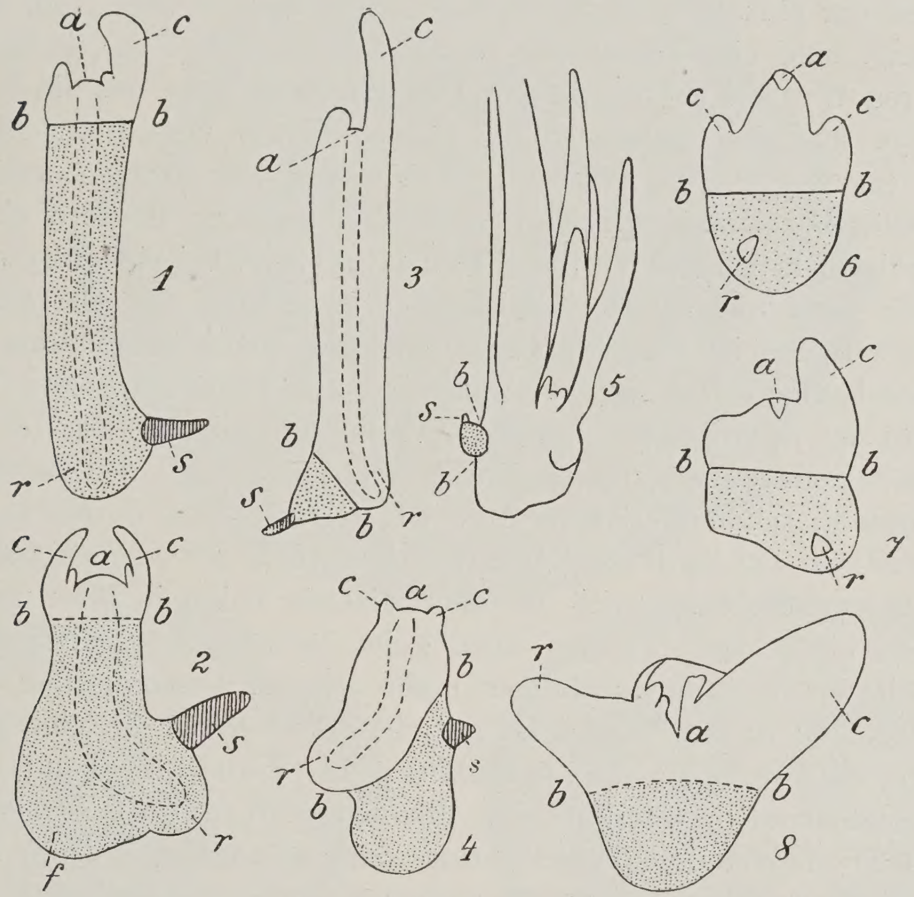


Abb. 213. Vergleichende Darstellung von Embryonen der Pteridophyten. — Fig. 1. *Selaginella selaginoides*. — Fig. 2. *S. Martensii*. — Fig. 3. *Lycopodium Selago*. — Fig. 4. *L. clavatum*. — Fig. 5. *L. cernuum*. — Fig. 6. *Equisetum*. — Fig. 7. *Adiantum*. — Fig. 8. *Isoëtes*. — In allen Figuren ist die epibasale Region weiß gehalten, die hypobasale Region punktiert. *bb* Basalwand, *a* Sproßanlage, *r* Wurzelanlage, *s* Suspensor, *c* Cotyledo. — Schematisch. — Nach Bower.

Die Antheridien sind jenen der Bryophyten vergleichbar, aber stets einfacher; sie sind in das Prothallium eingesenkt oder ragen nur wenig über dasselbe hervor, lassen periphere Wandzellen (im einfachsten Falle nur eine) und einen zentralen Zellkomplex, in welchem Spermatozoiden gebildet werden, unterscheiden. Spermatozoiden mit zwei (biciliat) oder mehr Wimpern (polyciliat). Archegonien mit dem Bauchteile in das Prothallium eingesenkt, mit mehr oder minder hervortretendem Halse. Sie sind jenen der Bryophyten ähnlich, aber einfacher gebaut, was in dem Ausfalle einer scharf abgrenz-

baren Bauchwand und in der allmählichen Reduktion der Halskanalzellen bis auf eine zum Ausdrucke kommt.

Die befruchtete Eizelle des Archegoniums liefert einen Embryo, der zum Sporophyten wird. Bei den *Lycopodiinae* entsteht ein Embryoträger (Suspensor), der den jungen Embryo in das Prothallium versenkt. Die erste in der befruchteten Eizelle auftretende (verschieden orientierte) Wand heißt „Basalwand" (Abb. 213 *bb*). Durch sie wird die Embryoanlage in die „epibasale" und in die „hypobasale" Hälfte geteilt, die sich in bezug auf die Anlagen der einzelnen Organe verschieden verhalten (vgl. Abb. 213). Der Embryo zeigt bald eine Gliederung in die Sproßanlage (*a*), in die Anlage der primären Wurzel (*r*) und in den Fuß, ein Saugorgan, das die Ernährung des Embryo aus den Geweben des Gametophyten vermittelt. Als Cotyledonen (*c*) werden die frühzeitig neben der Sproßanlage auftretenden ersten Blätter bezeichnet, die häufig von den späteren Blättern abweichen. Bei den meisten Pteridophyten findet sich 1 Cotyledo, bei vielen Lycopodiinen 2, die aber auch nicht immer gleichzeitig entstehen. Der Ort der Anlage aller dieser Organe ist stark durch die Stellung des Archegoniums auf dem Prothallium bedingt. Der Sporophyt wird zur selbständigen Pflanze. Der Aufbau des Sporophyten und seiner Teile geht zumeist auf die Tätigkeit einer Scheitelzelle zurück, daneben treten, besonders bei den höher organisierten Formen, schon Meristeme auf. Die Gliederung in Blatt, Stamm und Wurzel ist am Sporophyten (mit Ausnahme der *Psilophytinae*) stets durchgeführt; die Gliederung des oberirdischen Teiles in Blatt und Stamm ist bei den einfachsten Formen noch keine sehr scharfe, nimmt aber an Deutlichkeit der Ausprägung immer mehr zu. Im anatomischen Bau fällt insbesondere bei einem Vergleiche mit den Bryophyten die der geregelten Stoffleitung entsprechende Ausgestaltung der Leitbündel auf. Die Leitbündel bestehen aus wasserleitenden Elementen (Hadrom), es sind dies in der Regel Tracheiden mit Tüpfeln, ring- oder schraubenförmigen Membranverdickungen, nur selten Gefäße; sie bestehen ferner aus Assimilate leitenden Elementen (Leptom) und aus Kohlehydrate speichernden Zellen (Amylom). Die Teile der Leitbündel, welche die Hadromelemente enthalten, sind zumeist von jenen, welche die Leptomelemente führen, geschieden; erstere bilden das Xylem, letztere das Phloëm. Die Leitbündel sind zumeist „geschlossen" (ohne Cambium), seltener „offen" (mit Cambium). In der Regel werden die Leitbündel von mechanischen Elementen begleitet[43]).

Die konstante Ausbildung von Leitbündeln läßt in den Achsenorganen der Pteridophyten 3 Gewebesysteme unterscheiden, nämlich die Oberhaut, die Rinde und die Stele (oder den Zentralzylinder). Letztere ist histologisch nach außen durch die Endodermis abgegrenzt. Es gibt Organe mit einer Stele (Monostelie), die aber wieder ein oder mehrere Leitbündel enthalten kann, ferner Organe mit mehreren Stelen (Meristelie), wobei auch

---

[43]) Über die bemerkenswerte Fortentwicklung des Spaltöffnungsapparates vgl. Porsch O., Der Spaltöffnungsapparat im Lichte der Phylogenie, 1905.

wieder jede Stele ein oder mehrere Leitbündel enthalten kann[44]) (vgl. Abb. 214).

Die als ungeschlechtliche Fortpflanzungsorgane fungierenden Sporen entstehen in Sporangien, welche zumeist auf den Blättern des Sporophyten oder wenigstens in Verbindung mit solchen auftreten; differenzieren

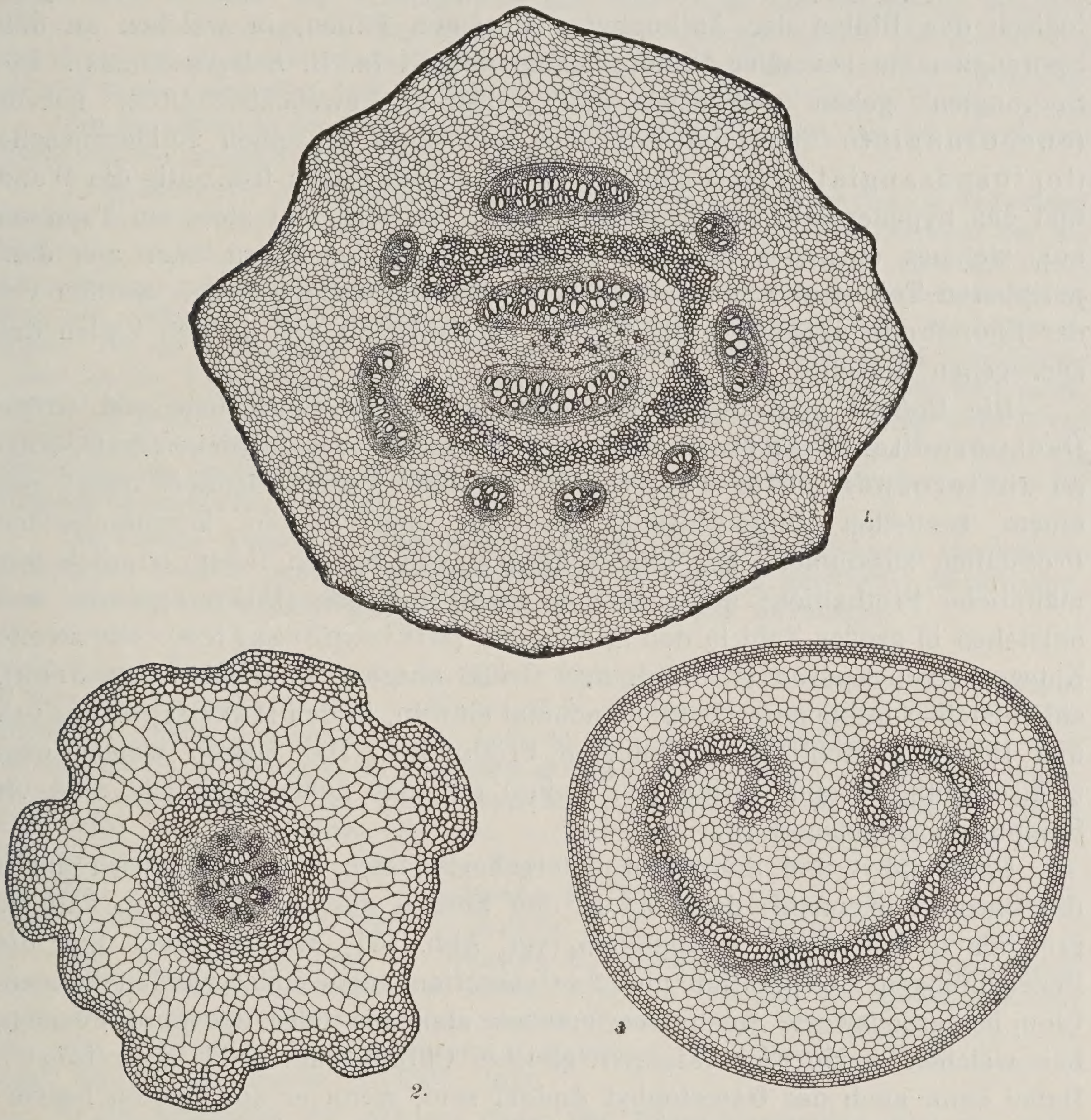


Abb. 214. Querschnitte durch Stämme und Blattstiele von Pteridophyten mit Leitbündeln. — Fig. 1. Stamm von *Pteridium aquilinum* (Meristelie). — Fig. 2. Stamm von *Lycopodium clavatum* (Monostelie). — Fig. 3. Blattstiel von *Osmunda regalis* (Monostelie). — Stark vergr. — Fig. 1 u. 2 Original, 3 nach Link.

sich die Sporangien tragenden Teile zu eigenen Organen, so daß die Sporangien nicht direkt aus Blättern oder Teilen von solchen entspringen, so nennt man sie

---

[44]) Vgl. Schoute J. C., Die Stelaertheorie. Groningen 1902. — Meyer F. J., Bau u. Ontog. d. Wasserleitungsbahnen usw. der Pteridophyt. usw. Progr. rei bot. V., Bd. 1917 mit reichen Literaturnachweisen.

Sporangienträger (Sporangiophoren). Die Blätter fungieren entweder zugleich als vegetative (assimilierende) und als sporangientragende Organe (Trophosporophylle) oder es findet sich eine Gliederung in assimilierende Blätter und solche, welche Sporangien tragen (Trophophylle und Sporophylle). Nicht selten finden sich die Sporophylle auf eigenen Sproßteilen gehäuft: Sporophyllstände. Diese Sporophyllstände nähern sich morphologisch den Blüten der Anthophyten in jenen Fällen, in welchen an den Sporangien ein sexueller Dimorphismus auftritt (z. B. *Selaginellaceae*). Die Sporangien gehen entweder aus größeren Gewebeabschnitten hervor (eusporangiate Pteridophyten) oder aus einer einzelnen Epidermiszelle (leptosporangiate Pteridophyten). Die Anlagen lassen frühzeitig die Wand und das hypodermale Archespor erkennen; überdies tritt stets ein Tapetum auf, welches entweder aus dem inneren Teile der Wand oder aus dem peripheren Teile des Archespors hervorgeht. Die Tapetumzellen werden vor der Sporenreife aufgelöst. Die Sporen entstehen zu vier in den Zellen des sporogenen Gewebes.

Die Sporen sind durchwegs von gleicher Beschaffenheit und Größe (isospore Pteridophyten) oder sie gehören zwei verschiedenen Kategorien an (heterospore Pteridophyten). Letztere Verschiedenheit hängt mit einem sexuellen Dimorphismus der aus den Sporen hervorgehenden Prothallien zusammen. Die eine Kategorie von Sporen liefert nämlich nur männliche Prothallien; sie sind von geringer Größe (Mikrosporen) und entstehen in großer Zahl in den Sporangien (Mikrosporangien). Die zweite Kategorie von Sporen ist durch ihre Größe ausgezeichnet (Makrosporen), sie entstehen in kleinerer Zahl, manchmal einzeln, in den Makrosporangien und liefern ausschließlich weibliche Prothallien. Die Sporen weisen eine zweischichtige Wand (Intine und Exine) auf, der äußeren Schicht sind oft Skulpturen aufgelagert (Perine).

Gametophyt und Sporophyt unterscheiden sich auch cytologisch durch die Chromosomenzahl; diese ist in den Kernen des Gametophyten halb so groß als in jenen des Sporophyten (vgl. Abb. 161), weshalb auch hier die Bezeichnungen x-Generation und 2x-Generation angewendet werden können. Eine bemerkenswerte Ausnahme machen apogame oder apospore Formen, bei welchen beide Generationen gleiche Chromosomenzahl aufweisen[45]). Dabei kann auch der Gametophyt diploid sein, wenn er aus Sporen hervorgegangen ist, bei deren Bildung die Reduktionsteilung unterblieb oder wenn er aus diploiden Teilen des Sporophyten entstanden ist.

Die Phylogenie der Pteridophyten[46]) ist in den letzten Jahrzehnten viel diskutiert worden. Dazu trug nicht bloß die Wichtigkeit des Gegenstandes bei — handelt es sich

---

[45]) Vgl. die Zitate auf S. 364.

[46]) Über die Phylogenie und die damit zusammenhängende Systematik der Pteridophyten vgl. von neueren Arbeiten: Jeffrey E. C., Struct. and developm. of stem in Pteridoph. and Gymn. Transact. Roy. Phil. Soc., 195., 1902. — Scott D. H., The old wood and the new. New Phytol., 1902. — Lignier O., *Equiset.* et *Sphenophyll.* Leur orig. filic. comm. Bull. d. l. soc. Linn. de Norm., 5. sér., tom. 7., 1903; Ess. s. l'évol. morph. d. règne

doch dabei im wesentlichen um die Entwicklung der ganzen höher organisierten Pflanzen — sondern vor allem der Umstand, daß für keine andere Pflanzengruppe die Paläontologie so reiches und interessantes Material lieferte.

Die auf S. 261—271 dargelegten Homologien zwischen den Bryophyten und den Pteridophyten, der auf S. 277 und 278 gemachte Versuch, die Veränderungen der als homolog erkannten Organe ökologisch zu verstehen, legen den Gedanken nahe, daß genetische Beziehungen zwischen den Pteridophyten und dem Typus der Bryophyten bestehen. Daneben muß allerdings die Möglichkeit in Betracht gezogen werden, die primitivsten Pteridophyten direkt auf thallophytische Pflanzen zurückzuführen und die Bryophyten als eine diesen eventuellen Zwischenformen analoge Entwicklungsreihe aufzufassen.

Zur Entscheidung der Frage muß vor allem klargestellt werden, wie die primitivsten Pteridophyten beschaffen gewesen sein dürften.

Überblicken wir die Hauptmasse der heute lebenden Pteridophyten, so bekommen wir den sicheren Eindruck, daß das den ganzen Habitus bestimmende Merkmal der Beblätterung zunächst auf zwei ganz verschiedenen Wegen entstanden ist: einerseits durch Ausgliederung von assimilierenden Emergenzen an der ganzen Oberfläche des assimilierenden Stammes, anderseits durch Umprägung ganzer Stammäste in abgeflachte Assimilationsorgane. Der erstere Blattypus (das „Lycoblatt") charakterisiert die Klasse der *Lycopodiinae* („mikrophylle" Pteridophyten), der zweiterwähnte (das „Filicoblatt") die *Filicinae* („megaphylle" Pteridophyten). Der Mangel jedweden Überganges zwischen diesen zwei Typen spricht für deren getrennten Ursprung. Von den anderen größeren Klassen erscheinen die *Equisetinae* von wieder anderem Grundbaue, wenn auch die Art der Beblätterung sich den *Filicinae* anzuschließen scheint.[47])

Die übrigen Klassen der Pteridophyten bieten, da es sich durchwegs um isolierte Relikttypen handelt, gewisse Schwierigkeiten der Aufdeckung genetischer Beziehungen, doch scheinen hier keine grundsätzlich verschiedenen Typen vorzuliegen.

---

végét. C. rend., 37., Sess. Ass. fr. Av. Sc., 1908. — Campbell D. H., The struct. and developm. of Moss. and Ferns, 2. ed., 1905. — Worsdell W. C., The princ. of morphol. II. The New Phytol., IV., 1905. — Tansley A. G., Lect. on the evol. of the filicinean vasc. syst. New Phytol., 1907/8. — Bower F. O., The origin of a Land Flora, 1908. — Lotsy J. P., Vortr. üb. bot. Stammesgesch., II. Bd., 1909. — Janchen E., Neuere Vorst. üb. d. Phylog. d. Pterid. Mitt. natur. Ver. Univ. Wien, IX., 1911. — Fritsch F. E., The Algal ancestry of the high. pl. New Phytol., XV., 1916. — Scott D. H., Studies in foss. Bot., 2. ed.. vol. II., 1909; 3. ed. vol. I., 1920. — Schaede R., Embryol. Unters. zur Stammesgesch. Beitr. z. Biol. d. Pfl., XIV., 1920. — Arber E. A. N., Devonian floras. A study of the origin of Cormoph., 1921. — Bugnon P., L'origine phylog. d. pl. vasc. d'après Lignier etc. Bull. d. l. soc. Linn. d. Norm., 7. ser., t. IV., 1921. — Kidston R. and Lang W. H., On old red sandstone pl., part IV. Transact. Roy. Soc. Edinb., vol. LII., p. IV., 1921. — Horvat J., Die Bedeutg. d. Gametoph. f. d. Phylog. d. Filic. Glasn. d kroat. naturw. Ges. Zagreb, XXXIII., 1921.

[47]) Die Erkenntnis der Existenz dieser drei Entwicklungsreihen und ihre paläontologische Bestätigung hat Scott dazu bestimmt, folgende genetische Zusammenstellung der Cormophyten mit Ausschluß der Bryophyten zu geben:

Sphenopsida	*Equisetales* *Pseudoborniales* *Sphenophyllales* *Psilotales*
Lycopsida	*Lycopodiales*
Pteropsida	*Filicales* *Pteridospermeae* — *Cycadofilices* *Gymnospermae* *Angiospermae.*

Die Beziehungen der *Cycadofilicinae* zu den *Filicinae* sind klar.

Versuchen wir es, bei Beachtung dieser verschiedenen Wege der Blattbildung eine Vorstellung von dem Aussehen der primitivsten Pteridophyten zu erlangen, so dürften dies Organismen mit noch nicht in Blatt und Stamm gegliederten assimilierenden Sprossen gewesen sein, die an diesen Sprossen die Sporangien trugen. Zu den wertvollsten Ergebnissen der Paläontologie gehört es, daß solche Organismen in den letzten Jahren in den devonischen *Psilophytinae* nicht nur nachgewiesen, sondern in ihren wesentlichsten Eigentümlichkeiten klargestellt wurden. Der Entwicklungsweg von diesen primitiven *Psilophytinae* zu den drei oben erwähnten Entwicklungsreihen der Pteridophyten ist bei Beachtung der zahlreichen bekannt gewordenen fossilen Pteridophyten in den Hauptzügen auffindbar.

Was nun die eventuellen Beziehungen dieser *Psilophytinae* zu niedriger organisierten Pflanzen anbelangt, so ist irgend eine klare Beziehung zu Thallophyten nicht zu finden. Abgesehen von den allgemein morphologischen Verschiedenheiten besteht kein Anhaltspunkt dafür, wie der Unterschied in Bezug auf die Generationswechselverhältnisse aufgeklärt werden soll; die *Psilophytinae* hatten zweifellos einen antithetischen Generationswechsel, die fossil erhaltenen Teile stellen den Sporophyten dar. Dagegen ist die Übereinstimmung mit dem Typus der Bryophyten eine sehr große, es braucht nur an den Sporophyten von *Anthoceros* erinnert zu werden, womit natürlich nicht eine Ableitung von *Anthoceros* angedeutet, sondern nur daran erinnert werden soll, daß bei diesem Bryophyten eine den *Psilophytinae* ähnliche Organisation heute noch existiert. Daß in den den devonischen Psilophytinen vorangehenden Ablagerungen bisher keine sicheren Bryophyten[48]) gefunden wurden, beweist natürlich in Anbetracht der Schwierigkeit der fossilen Erhaltung derselben nichts im Sinne einer direkten Ableitung der Pteridophyten von Algen.

Der entwicklungsgeschichtliche Zusammenhang zwischen Pteridophyten und Anthophyten soll bei Besprechung der letzteren behandelt werden.

Die folgende systematische Anordnung enthält die Gruppen der Pteridophyten, die sich ohne zu weit gehende theoretische Konstruktion auf Grund der morphologischen Verhältnisse deutlich unterscheiden lassen. Nach dem Gesagten kann die Aufeinanderfolge der Klassen keine genetische sein; die mutmaßlichen Beziehungen der Klassen zu einander sind im Texte erwähnt. Mehr als sonst im System der Pflanzen konnte hier auf ganz ausgestorbene Gruppen Rücksicht genommen werden.

System der Pteridophyten:

I. Klasse: ***Psilophytinae.***[49])

Spermatozoiden unbekannt. Stamm unbeblättert oder mit zahlreichen kleinen Blättern. Stamm daher nicht in deutliche Internodien gegliedert. Sporangien an den Enden von Ästen.

II. Klasse: ***Lycopodiinae.***

Spermatozoiden biciliat. Blätter im Verhältnisse zum Stamme klein, zahlreich. Stamm nicht in deutliche Internodien gegliedert. Sporangien einfächerig, einzeln an oder über dem Blattgrunde. Sporophylle von den

---

[48]) Das von Halle als *Sporogonites* beschriebene sporangienähnliche Fossil aus dem Devon gehört vielleicht zu den *Psilophytinae*.

[49]) Der Name ist nicht glücklich gebildet, da er zur Vermutung verleitet, daß *Psilotum* hieher gehört; ebenso unglücklich ist der von Lignier gegebene Namen *Prolycopodineae*.

Trophophyllen nicht oder wenig verschieden. Sporophyllstände meist deutlich abgegrenzt. Die Sporen verlassen vor der Keimung meist das Sporangium.

1. Ordnung: ***Lycopodiales*** (isospor).

2. Ordnung: ***Selaginellales*** (heterospor).

3. Ordnung: ***Lepidodendrales*** (heterospor).

III. Klasse: ***Psilotinae.***

Spermatozoiden polyciliat. Blätter im Verhältnisse zum Stamme klein, zahlreich. Stamm nicht in deutliche Internodien gegliedert. Sporangien mehrfächerig, am Grunde der Blätter. Sporophylle von den Trophophyllen deutlich verschieden. Sporophyllstände nicht deutlich abgegrenzt. Die Sporen verlassen vor der Keimung das Sporangium.

IV. Klasse: ***Equisetinae.***

Spermatozoiden polyciliat. Blätter im Verhältnisse zum Stamme klein, zahlreich. Stamm in deutliche Internodien gegliedert. Sporangien zu mehreren an den Blättern. Sporophylle von den Trophophyllen deutlich verschieden. Sporophyllstände deutlich abgegrenzt. Die Sporen verlassen vor der Keimung das Sporangium.

1. Ordnung: ***Sphenophyllales.***

2. Ordnung: ***Equisetales.***

V. Klasse: ***Isoëtinae.***

Spermatozoiden polyciliat. Blätter im Verhältnisse zum Stamme groß, zahlreich. Stamm nicht in deutliche Internodien gegliedert. Sporangien einzeln am Blattgrunde. Sporophylle von den Trophophyllen nicht deutlich verschieden. Sporophyllstände nicht abgegrenzt. Die Sporen verlassen vor der Keimung das Sporangium.

VI. Klasse: ***Filicinae.***

Spermatozoiden polyciliat. Blätter im Verhältnisse zum Stamme groß. Stamm meist nicht in deutliche Internodien gegliedert. Sporangien zahlreich auf den Blättern. Sporophylle von den Trophophyllen verschieden oder mit ihnen gleich. Sporophyllstände fehlen. Die Sporen verlassen meist vor der Keimung das Sporangium.

I. Unterklasse: ***Filicinae eusporangiatae.***

1. Ordnung: ***Ophioglossales.***

2. Ordnung: ***Marattiales.***

II. Unterklasse: ***Filicinae leptosporangiatae.***

1. Ordnung: ***Filicales*** (isospor).

2. Ordnung: ***Hydropteridales*** (heterospor).

VII. Klasse. ***Cycadofilicinae.***

Spermatozoiden unbekannt. Sterile Blätter im Verhältnisse zum Stamme groß. Stamm nicht in deutliche Internodien gegliedert. Heterospor. Mikrosporangien zahlreich auf den Blättern. Sporophylle den Trophophyllen gleich oder von ihnen verschieden. Sporophyllstände fehlen. Die Makrosporen verlassen bei der Keimung nicht das Sporangium („Samenanlagen"-Bildung).

I. Klasse. Psilophytinae[50]).

Nur fossil aus dem Silur und Devon bekannt. Wurzeln bei einigen Formen gewiß fehlend. Sproß mit unterirdischem Rhizom, welches Rhizoiden trägt; im übrigen ungeteilt oder (zumeist) mit dichotomen Ästen, unbeblättert oder mit zahlreichen, relativ kleinen Blättern, welche keine Leitbündel führen. Im Sprosse eine zentrale Stele mit peripherem Phloëm. Sporangien zylindrisch, relativ groß, an den Enden der Äste, isospor (Abb. 215 *sp* u. 216).

Nachdem schon früher (1859) Dawson einen hieher gehörenden Organismus aus dem Silur und Devon unter dem Namen *Psilophyton* beschrieben hatte, wurde in neuerer Zeit durch Halle, insbesondere aber durch Kidston und Lang die ganze Gruppe in eingehender Weise geklärt. Sie umfaßt zweifellos die primitivsten bisher bekannt gewordenen Pteridophyten, bei denen zum Teil eine Differenzierung des Sporophyten in Blatt, Stamm und Wurzel noch gar nicht eingetreten ist, zum Teil sich eine an die *Lycopodiinae* erinnernde, primitive Beblätterung findet. Durch die relativ großen, an dem Ende des Sporophyten oder seiner Äste stehenden Sporangien weicht die Klasse von allen folgenden Klassen der Pteridophyten ab.

Die bisher bekannt gewordenen Formen lassen sich in zwei Familien trennen, wobei allerdings der Familienbegriff weiter gefaßt ist, als bei den rezenten Pflanzen.

1. Familie: ***Rhyniaceae.*** (Abb. 215, Fig. 2 und Abb. 216.) Beblätterung und Wurzelbildung fehlen. Assimilationsgewebe an der Oberfläche des oberirdischen Teiles des Sporophyten. Unterirdische Rhizome mit Rhizoiden. Spezielle Einrichtungen zum Öffnen der Sporangien fehlen anscheinend.

Hieher zählen die Gattungen *Rhynia* (*R. Gwynne-Vaughani* und *R. major*) und *Hornea* (*H. Lignieri*), von denen die letztere durch knollenförmige Rhizome und eine sterile Columella im Sporangium sich von der ersteren unterscheidet.

2. Familie: ***Asteroxylaceae.*** (Abb. 215, Fig. 1.) An den Sprossen des Sporophyten zahlreiche blattartige Emergenzen als Assimilationsorgane. Wurzeln vielleicht an den Rhizomen vorhanden. Am Ende des Sporangiums

[50]) Dawson I. W., On fossil pl. fr. the Devon. rocks of Canada. Quart Journ. Geol. Soc., vol. 15, 1859; The foss. pl. of the Devon and Silur. form. of Canada. Geol. Surv. Canada, 1871. — Halle T. G., Lower Dewon. pl. fr. Röragen. Handl. Sv. Vet.-Akad., vol. 57., 1916. — Kidston R. and Lang W. H., On old red sandstone plants. Part I. — IV. Transact. Roy. Soc. Edinb., vol. LI. u. LII., 1917—1921. — Arber E. A. N., Devonian floras, 1921.

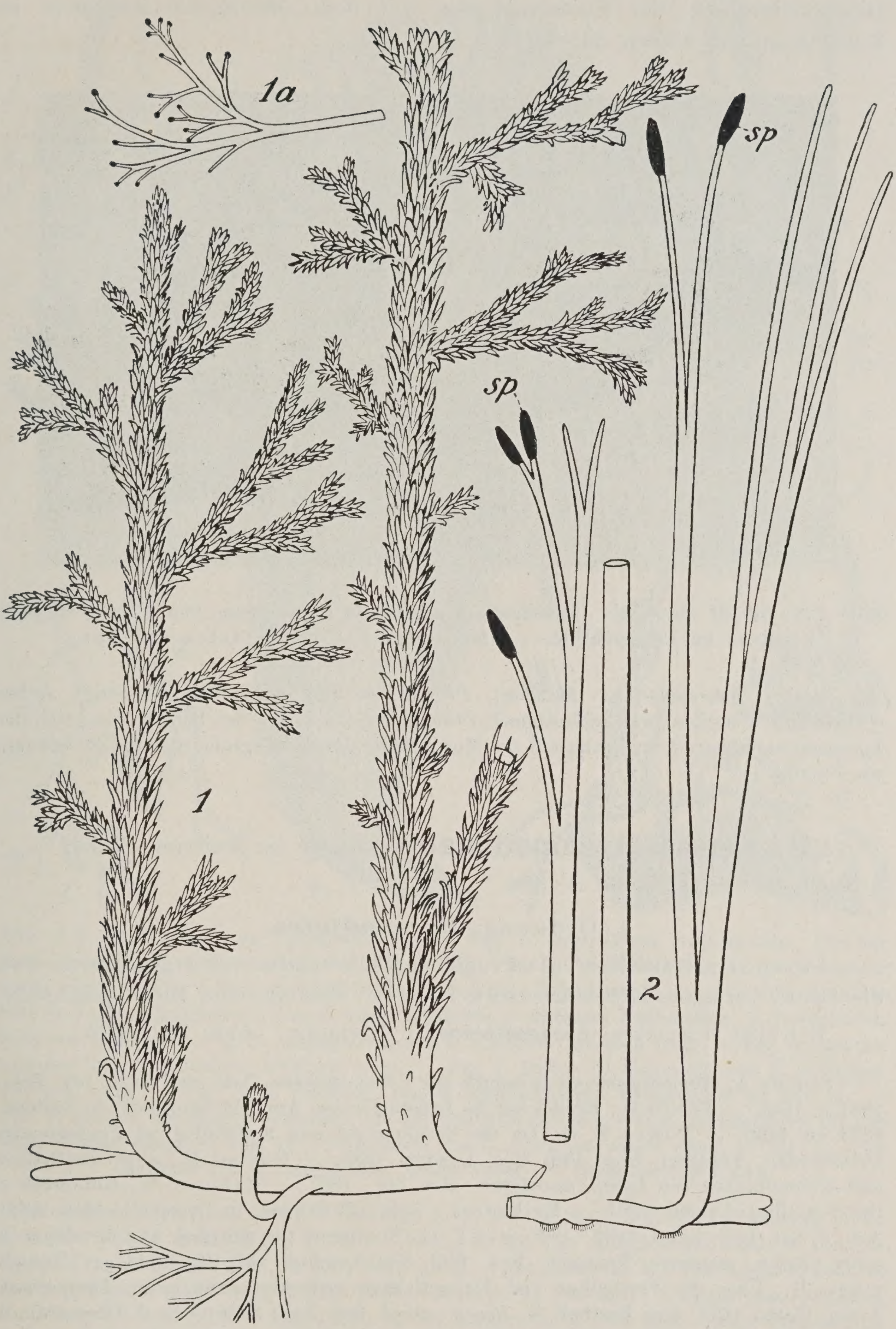


Abb. 215. Rekonstruktionen von *Psilophytinae*. — Fig. 1 u. 1*a*. *Asteroxylon Mackiei*. — Fig. 2. *Rhynia major; sp* Sporangium. — Nach Kidston und Lang.

Differenzierungen der Epidermis, die mit dem Öffnungsmechanismus im Zusammenhang stehen dürften.

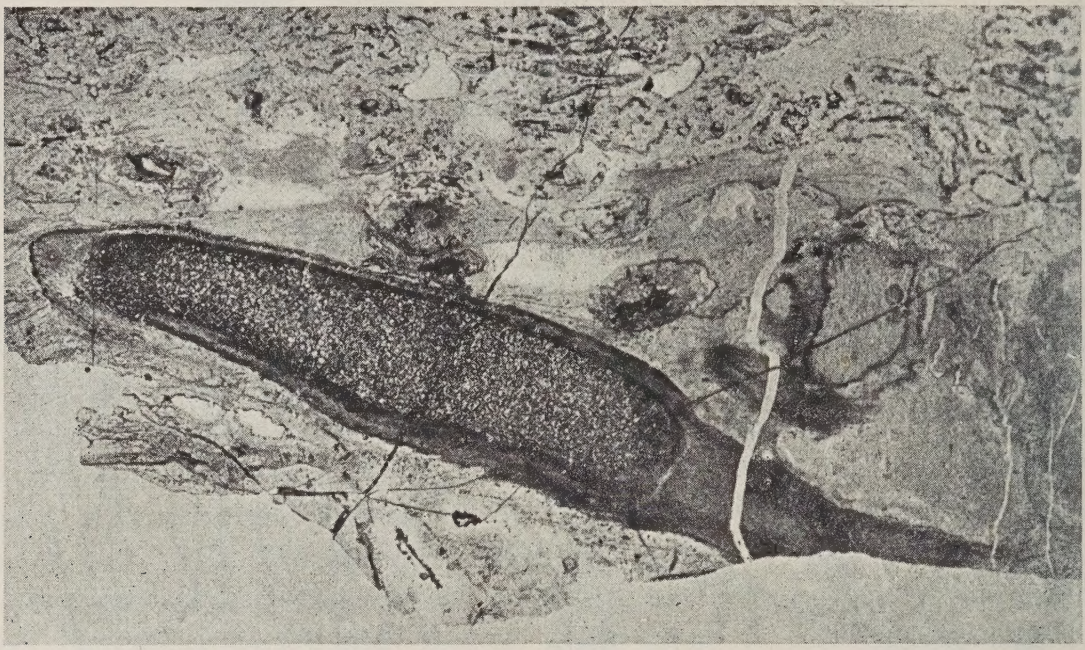


Abb. 216. Schliff durch ein Gesteinsstück mit einem Sporangium von *Rhynia Gwynne-Vaughani* im Längsschliffe. — 5fach vergr. — Nach Kidston und Lang.

Hieher *Asteroxylon* (*A. Mackiei*), *Psilophyton* und wahrscheinlich einige andere ± bekannte Fossilien, wie *Arthrostigma*, *Ptilophyton* u. a. — In der Beblätterung sich den *Lycopodiinae* nähernd; in Bezug auf die Morphologie des Sporangiums nicht so gut bekannt wie Familie 1.

II. Klasse. Lycopodiinae, Bärlappe im weiteren Sinne.

Charakteristik siehe S. 324.

1. Ordnung. *Lycopodiales.*

Isospor. Prothallien groß und vielfach relativ reich gegliedert, stets die Spore verlassend. Blätter ohne Ligula. Stamm ohne Dickenwachstum.

Einzige Familie: ***Lycopodiaceae***[51]), Bärlappe. (Abb. 217—222.)

[51]) Spring A., Monographie de la famille des Lycopodiacées. Mem. de l'Acad. roy. Belg., 1841 u. 1848. — Treub M., Etudes sur les Lycopodiacées. Ann. du Jard. bot. de Buitenz., 1884 bis 1890. — Bower F. O., On the development and morpholog. of *Phylloglossum Drummondii.* Transact. Roy. Phil. Soc. London, 1885. — Goebel K., Über Prothallien und Keimpflanzen von *Lycop. inundatum.* Bot. Ztg., 1887. — Baker J. G., Handbook of the fern-allies. London 1887. — Erikson J., Bidr. till känned. in Lycopodineblad. Anat. Arb. d. bot. Inst. Lund, 1892. — Bower F. O., Studies of the morphol. and developm. of spore produc. members. Transact. Roy. Phil. Soc. London, vol. 185, 1894. — Bruchmann H., Über die Prothallien und Keimpflanzen mehrerer europäischer *Lycopodium*-Arten. Gotha 1898; Das Prothall. v. *Lycop. compl.* Bot. Ztg., 1908; Von d. Chemotax. d. *Lycopod.*-Spermatoz. Flora, 1909. — Linsbauer L., Vgl. Anat. einiger tropischer *Lycopodium*-Arten. Sitzungsber. d. Akad. d. Wissensch. Wien, 1898. — Lang W. H., The Prothallus of *Lycop. clav.* Ann. of Bot., XIII., 1899. — Pritzel in Engler u. Prantl, Nat.

Abb. 217. Prothallien von Lycopodiaceen. — Fig. 1. *Lycopodium complanatum*, Prothallium (*p*) und junger Sporophyt; nat. Gr. — Fig. 2 u. 3. Prothallien von *L. complanatum*; etwas vergr. — Fig. 4. Längsschnitt durch ein solches; 50fach vergr.; *a*—*c* Gewebeschichten (davon *b* die Pilzschichte), *d* noch nicht entleerte, *e* entleerte Antheridien, *f* Archegonien, bei *g* ein Embryo. — Fig. 5. Antheridium von *L. clavatum*; 150fach vergr. — Fig. 6. Spermatozoiden von *L. clavatum*; 550fach vergr. — Fig. 7. Reifes Archegonium von *L. clavatum*; 150fach vergr. — Fig. 8. *L. clavatum*, junger Sporophyt mit Prothallium *p*; nat. Gr. — Fig. 9. Junger Sporophyt derselben Art (Protokorm) mit den ersten Blattanlagen (*b*) und einer Wurzelanlage. — Fig. 10. Prothallium von *L. clavatum*; etwas vergr. — Fig. 11. Prothallium von *L. annotinum*; etwas vergr. — Nach Bruchmann.

Pflanzenfam., I., 4. Abt., 1900. — Thomas A. P. W., On the Proth. of *Phylloglossum*. Proc. Roy. Soc. Lond., tom. LXIV., 1902. — Jones C. E., The morphol. and anat. of the gen. *Lycop.* Transact. Linn. Soc., 2. ser., VII., 1905. — Saxelby E. M., The origin of roots in *Lycop. Selago*. Ann. of Bot., XXII., 1908. — Hill J. B., The anat. of epiph. spec. of *Lycop.* Bot. Gaz., LVIII., 1914. — Edgerley K. V., The Proth. of New Zeal. *Lycop.* Transact. N. Zeal. Inst., XLVII., 1914. — Sampson K., The morphol. of *Phyllogl.* Ann. of Bot., XXX., 1916. — Chamberlain C. J., Prot. and sporel. of New Zeal. *Lycop.* Bot. Gaz., LXIII., 1917; — Spessart E. A., Prot. of *Lycop.* in Amer. Bot. Gaz., LVIII., 1917.

Abb. 218. *Lycopodium*-Arten. — Fig. 1 bis 3. *L. volubile*. Fig. 1 fertiler, Fig. 2 steriler Sproß in nat. Gr.; Fig. 3 Stück des letzteren, von der Oberseite betrachtet, vergr. — Fig. 4. *L. Selago*; nat. Gr. — Fig. 5. Brutknospe desselben, etwas vergr. — Fig. 6. *L. laterale*; nat. Gr. — Fig. 7 bis 10. *L. clavatum*. Fig. 7 Sproß mit Sporophyllständen in nat. Gr.; Fig. 8 Oberseite eines Sporophylls, etwas vergr.; Fig. 9 u. 10. Sporen, vergr. — Fig. 11. *L. taxifolium*; nat. Gr. — Fig. 12. *L. scariosum*. — Fig. 13. Sproßstück desselben, Unterseite; etwas vergr. — Fig. 14. *L. cernuum*; nat. Gr. — Fig. 15. *L. inundatum*; nat. Gr. — Fig. 16. *L. complanatum*; nat. Gr. — Fig. 17. Sproßstück von *L. pachyphyllum*; etwas vergr. — Original.

Prothallien von mannigfacher Gestalt, rübenförmig, walzenförmig und dabei verzweigt und mit knollenförmigen Anschwellungen oder unregelmäßig knollenförmig, seltener (Hemmungsbildungen) fast fadenförmig, saprophytisch lebend und chlorophyllos oder besonders im oberen Teile chlorophyllführend, oft mit Gliederung in einen basalen vegetativen und einen apikalen, die Geschlechtsorgane tragenden Teil, stets mit endophytischem Mycelium, das bei der saprophytischen Ernährung eine Rolle spielt (Abb. 217, Fig. 4*b*). Antheridien und Archegonien bezüglich des Baues im wesentlichen mit den übrigen Pteridophyten übereinstimmend, letztere oft mit zahlreichen Halskanalzellen (doch auch Reduktion bis auf eine, z. B. bei *Lycopodium cernuum)*. Vegetative Vermehrung der Prothallien durch Brutkörper nicht selten. Bei der Entwicklung des Sporophyten entsteht zunächst aus der Eizelle durch eine Querwand eine dem Archegoniumhalse zugewendete, sich zumeist schlauchförmig verlängernde Zelle, der Embryoträger (Suspensor, vgl. Abb. 219) und eine zweite Zelle, die den Fuß, sowie den eigentlichen Keimling liefert. Bei Entwicklung des letzteren entsteht häufig zunächst ein knollenförmiger Körper (Protokorm), aus dem erst später Wurzeln und der beblätterte Sproß hervorgehen. Das Auftreten der ersten Wurzel erfolgt auffallend spät, was mit der lange währenden Ernährung durch das Prothallium im Zusammenhange stehen dürfte. Eine distinkte Scheitelzelle ist am Stammscheitel nicht immer zu finden, an ihre Stelle tritt zumeist ein Meristem. Stamm meist verlängert, gabelig verzweigt, mit zentraler Stele, deren Xyleme radial oder parallel gestellte Platten oder isolierte Tracheidengruppen bilden (Abb. 220); ohne sekundäres Dickenwachstum. Überdies finden sich im Stamme Blattbündel. Differenzierung des Sprosses in ein kriechendes Rhizom und in aufrechte Teile häufig. Wurzeln ohne Scheitelzelle, vorherrschend adventiv, gabelteilig. Blätter relativ klein, schuppen- oder nadelförmig, ungeteilt, mit einem ungeteilten Leitbündel, schraubig oder quirlig gestellt, bei plagiotropen Sprossen oft scheinbar zweizeilig oder von ungleicher Form und Größe (Abb. 218, Fig. 13 u. 17).

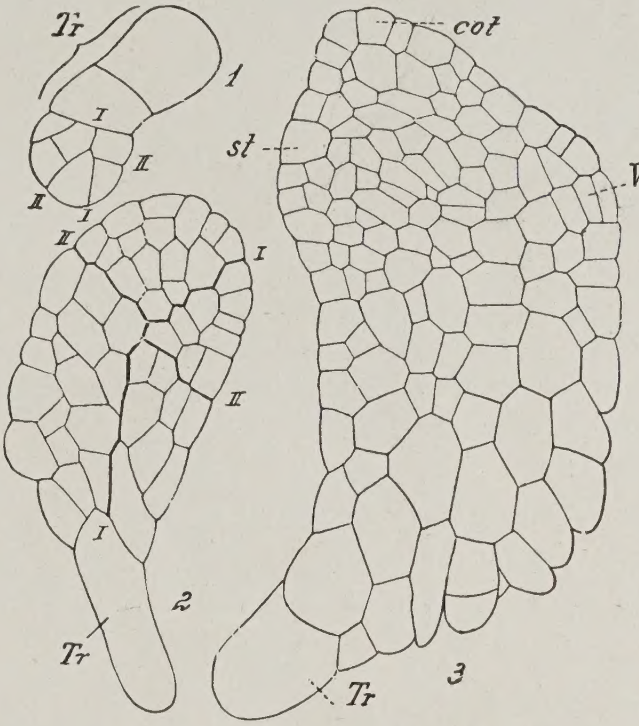


Abb. 219. Embryonen von *Lycopodium Phlegmaria* in aufeinanderfolgenden Entwicklungsstadien; *Tr* Embryoträger, *I* erste, *II* zweite Teilungswand des eigentlichen Embryo, *W* Wurzel-, *st* Sproß-, *cot* Cotyledoanlage; Fig. 1 315fach, Fig. 2 und 3 235fach vergr. — Nach Treub.

Sporophylle von den Trophophyllen nicht wesentlich verschieden, oft breiter und kürzer, entweder in der Anordnung keine scharfe Sonderung von den

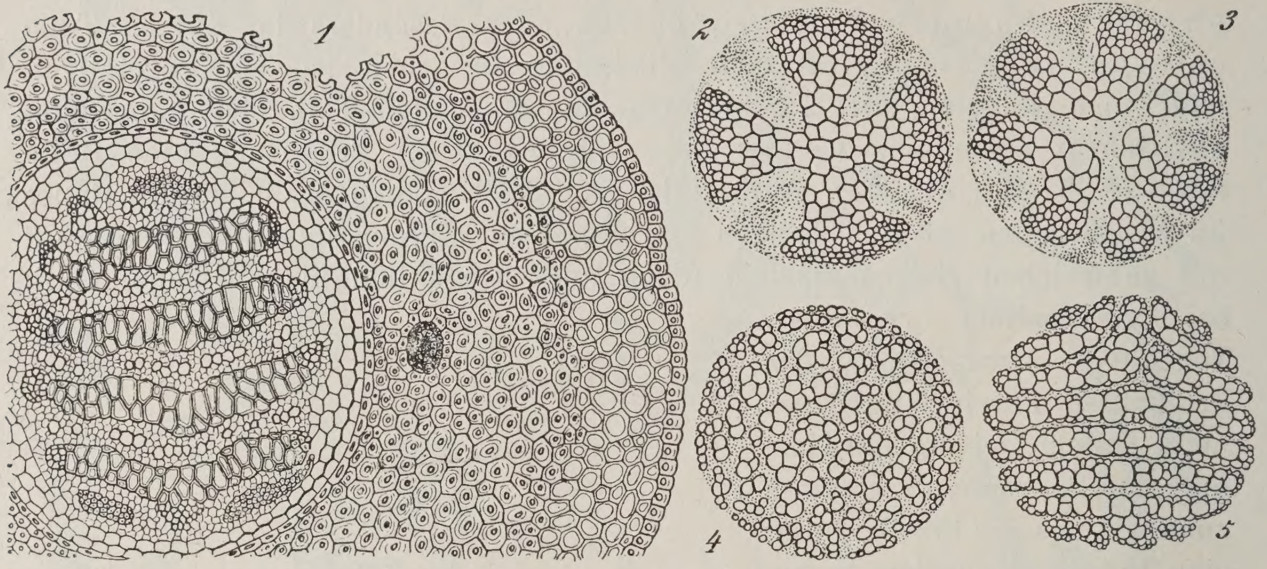


Abb. 220. Fig. 1. Stück eines Stammquerschnittes von *Lycopodium Chamaecyparissus*, links die zentrale Stele mit den parallel gestellten Hadromplatten, rechts davon ein Blattbündel. — Fig. 2 bis 5. Querschnitte von Stammstelen von *Lycopodium*-Arten; die mit Linien ausgeführten Teile stellen die Hadrome dar; 2. *L. serratum*, 3. *L. annotinum*, 4. *L. cernuum*, 5. *L. volubile*. — Vergr. — Fig. 1 nach Sachs, 2 bis 5 nach Pritzel in Engler u. Prantl.

Abb. 221. *Phylloglossum Drummondii.* — Fig. 1. Ganze Pflanze; etwas vergr. — Fig. 2. Sporophyllstand; stärker vergr. — Fig. 3 u. 4. Sporophylle; stärker vergr. — Nach Hooker.

Trophophyllen aufweisend oder in ährenförmigen, manchmal gestielten Sporophyllständen. Sporangien groß, einzeln am Grunde der Blattoberseite, meist nierenförmig, mit einem Querrisse sich schließlich öffnend. Sporen mit einer gewölbten Rückenseite mit und einer flach-dreiseitig pyramidenförmigen Bauchseite. Äußere Schichten der Sporenwand mit warzigen oder netzigen Skulpturen. Vegetative Vermehrung auch durch abfallende Kurztriebe (z. B. *L. Selago* und Verwandte, Abb. 218, Fig. 4 u. 5).

Die ganze Klasse der *Lycopodiinae* ist eine sehr einheitliche, läßt sich erdgeschichtlich bis ins Paläozoikum zurückverfolgen und ist schon durch die Art der Beblätterung (vgl. S. 323) und die biciliaten Spermatozoiden von den übrigen Klassen der Pteridophyten scharf geschieden.

Die Klasse läßt mehrere relativ primitive Merkmale erkennen, so im Leitbündelbau, im Vorkommen zahlreicher Halskanalzellen im Archegonium, im Vorhandensein eines Suspensors am Embryo, im Blattbaue, was zum Teil eine starke Annäherung an die *Psilophytinae*, ja sogar an die Bryophyten ergibt. Ähnlichkeiten mit relativ primitiven Typen anderer Pteridophyten-Klassen (im Prothalliumbau und Leitbündelverlauf mit den *Ophioglossales* und *Psilotinae*) dürfte auf analoge Ableitung von ursprünglichen Pteridophyten zurückzuführen sein.

Was die Stellung der *Lycopodiales* innerhalb der *Lycopodiinae* anbelangt, so ist es schwer zu entscheiden, ob sie ursprünglicher als die heterosporen Formen, speziell die *Lepidodendrales* sind oder abgeleiteter. Für ersteres würde die Auffassung der Heterosporie als stärkere Differenzierung, für letzteres der Umstand sprechen, daß die ältesten, sicher be-

Abb. 222. *Lycopodium clavatum.* — Verkl. — Original; nach einer Photographie.

kannten *Lycopodiinae* (*Bothrodendron*) heterospor waren[52]) und daß es im Devon und Karbon auch eligulate heterospore *Lycopodiinae* gab (*Cyclostigma*).

Phylloglossum (Abb. 221). Oberirdischer Sproß sehr kurz, wenigblättrig, einjährig, am Grunde mit in den Boden eindringenden Knöllchen (Organe zum Überdauern der Trockenzeit). Sporophyllstand auf blattlosem Stiel. *Ph. Drummondii*, Australien, Tasmanien, Neuseeland: trotz des verschiedenen Aussehens von *Lycopodium* kaum verschieden. — *Lycopodium* (Abb. 218 u. 222). Große, artenreiche, über nahezu die ganze Erde verbreitete Gattung mit bodenbewohnenden oder (in den Tropen) epiphytischen Arten. Einige auffallende Typen stellt Abb. 218 dar. Verbreitete europäische Arten: *L. Selago* (Kosmopolit), *L. clavatum* (auch in Asien und Amerika, Gebirge des tropischen Afrika, Abb. 222), *L. annotinum*, *L. complanatum* u. a. — In den Tropen verbreitete Epiphyten: *L. Phlegmaria*, *L.*

[52]) Dies gilt unter der Voraussetzung, daß sich das devonische *Thyrsophytum* (vgl. Nathorst A. G. in Berg. Mus. Aarbok, 1915) nicht doch als isospore Lycopodiine erweist.

squarrosum, *L. taxifolium*, *L. verticillatum*; erdbewohnend: *L. cernuum*; kletternd: *L. volubile*. — Die Sporen von *L. clavatum* sind als „Lycopodium", „Sporae Lycopodii", „Semen Lycopodii" in den meisten Kulturländern offizinell.

2. Ordnung. *Selaginellales.*

Heterospor. Makro- und Mikrosporen. Prothallium reduziert, die Spore kaum verlassend. Blätter mit Ligula. Stamm ohne Dickenwachstum.

Einzige Familie: ***Selaginellaceae***[53]). (Abb. 223—227.)

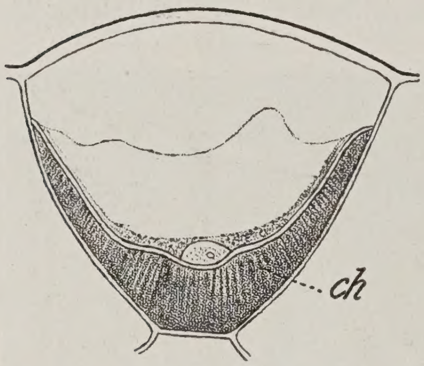


Abb. 223. Assimilationszelle von *Selaginella Martensii* mit dem Chloroplasten *ch*. — Vergr. — Nach Haberlandt.

Männliche Prothallien sehr reduziert, chlorophyllos, die Spore erfüllend, mit einer oder zwei Prothalliumzellen und einem oder zwei Antheridien mit zahlreichen Spermatozoiden (Abb. 181, Fig. 3 u. 5; Abb. 226, Fig. 1). Weibliche Prothallien ebenfalls chlorophyllfrei, die Spore nicht verlassend, frühzeitig eine Differenzierung in einen sterilen und einen fertilen Teil aufweisend (Abb. 226, Fig. 3), an einem durch Aufspalten der Sporenwand freiwerdenden Teile die Archegonien tragend (Abb. 224, Fig. 4), welche meist nur eine Halskanalzelle besitzen. Die dem Archegoniumhals zugewendete der ersten Zellen des Embryo wird zum Embryoträger (Suspensor). Protokorm nicht so ausgeprägt wie bei den *Lycopodiaceae*. Die beiden ersten Blätter sind von den späteren morphologisch verschieden (Cotyledonen). Aufbau des Stammes auf eine Scheitelzelle oder ein Meristem

---

[53]) Vgl. die bei den Lycopodiaceen angeführten Arbeiten von Spring, Baker, Bower; ferner: Braun A., Revisio Selaginellarum hortensium. Ann. sc. nat., Bot., 4. ser., XIII. vol., 1860. — Pfeffer W., Die Entwicklung des Keimes der Gattung *Selaginella*. Bot. Abh. von Hanstein, I. Bd., 1871. — Treub M., Recherches sur les org. d. l. veg. d. *Selaginella Martensii*. Mus. bot. de Leide, tom. II., 1877. — Belajeff W., Antheridien und Spermatozoiden der heterosporen Lycopod. Bot. Ztg., 1888. — Dangeard P., Essai sur l'anat. des Crypt. vasc. Le Botaniste, I. ser., 1889. — Wojinowić W. P., Beitr. zur Morphol., Anat. u. Biol. von *S. lepidophylla*. Breslau 1890. — Gibson R. J. H., On contrib. tow. a knowledge of the anatomy of the gen. *Selaginella*. Ann. of Bot., VIII., 1894; X., 1896; XI., 1897. — Arnoldi W., Die Entw. d. weibl. Vork. b. d. heterosp. Lycop. Bot. Ztg., 1896. — Bruchmann H., Untersuchungen über *Sel. spinulosa*. Gotha 1897; Vom Proth. d. gr. Spore etc. einig. Sel. Flora, 1909; Von d. Veg. Org. d. *Sel. Lyallii*. Flora, 1909; Zur Embryolog. d. *Selag*. Flora, CIV., 1912; Zur Redukt. d. Embryoträg. b. *Selag*. Flora, CV., 1913; Zur Entw. d. Keim. artik. *Selag*. Zeitschr. f. Bot. XI., 1919. — Hieronymus in Engler u. Prantl, Natürl. Pflanzenfam., I., 4. Abt., 1900/1901. — Goebel C., Sporangien etc. bei *Selaginella*. Flora, 88. Bd., 1901; Morphol. u. biolog. Bem. 16. Flora, XCV., 1905. — Lyon F., A study of the sporang. and gamet. of *Sel. apus* and *rupestr*. Bot. Gaz., XXXII., 1901. — Harvey-Gibson R. J., Contrib. tow. a knowl. of the anat. of *Sel*. Ann. of Bot., XVI., 1902. — Campbell D. H., Stud. on the gamet. of *Sel*. Ann. of Bot., XVI., 1902. — Steinbrinck C., Üb. d. Schleudermech. d. *Sel*.-Sporang. Ber. d. d. bot. Ges., XX., 1902. — Mitchell G., Contrib. tow. a knowl. of the anat. of *Sel*. Ann. of. Bot., XXIII u. XXIV., 1909 u. 1910. — Wand A., Beitr. z. Kenntn. d. Scheitelw. u. Verzw. b. *Sel*., Flora, CVI., 1914.

zurückführbar. Leitbündelbau variabel; die meisten Stämme sind monostel, doch kommt auch Meristelie vor; im ersteren Fall ist ein Mark vorhanden

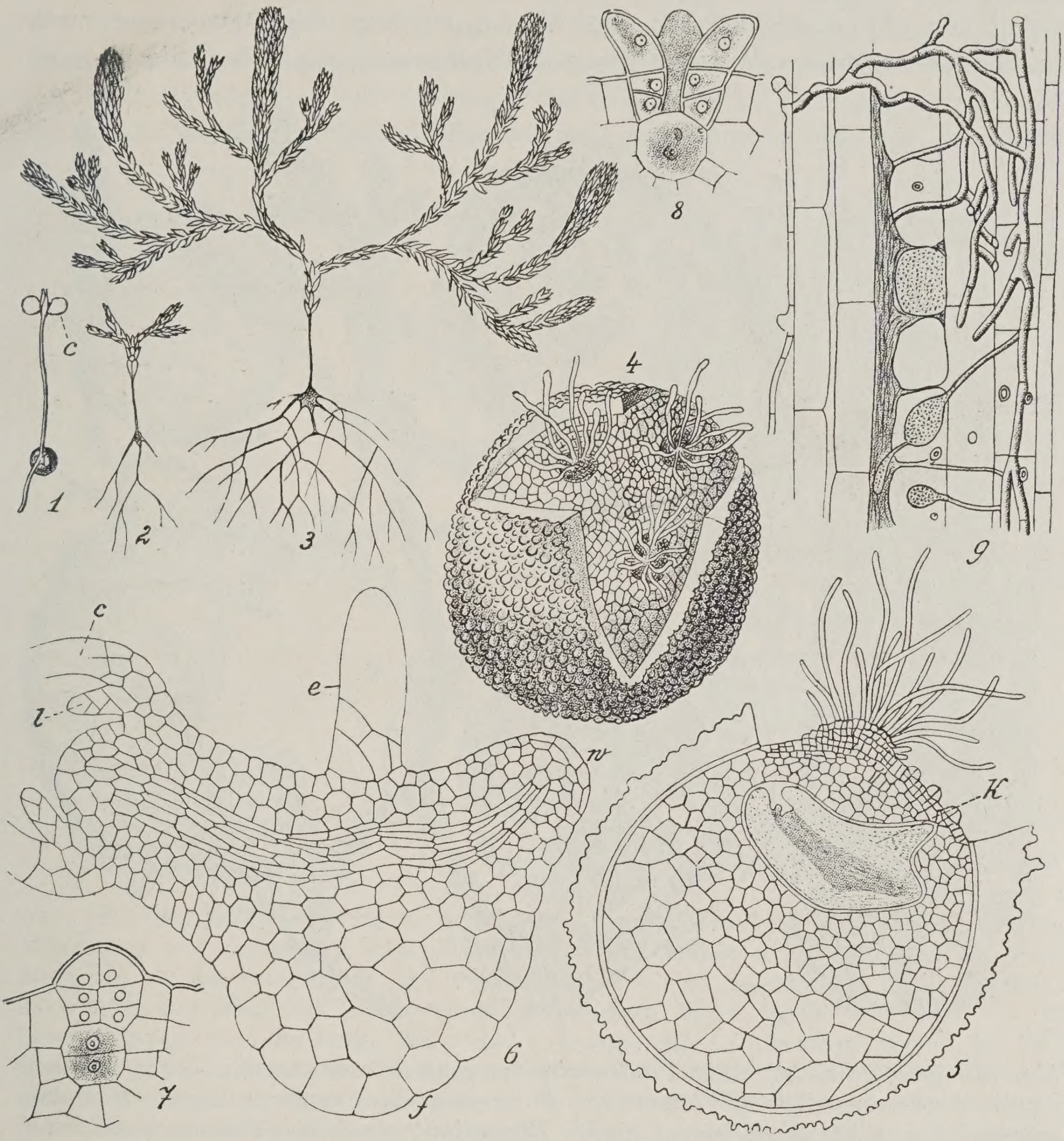


Abb. 224. *Selaginella selaginoides.* — Fig. 1. Keimpflanze, *c* Cotyledonen; wenig vergr. — Fig. 2 u. 3. Junge Pflanzen; nat. Gr. — Fig. 4. Aufgesprungene Makrospore, das ♀ Prothallium mit den Archegonien und die 3 mit Rhizoiden besetzten „Sprenghöcker“ zeigend; 60fach vergr. — Fig. 5. Längsschnitt durch 4, *K* Embryo; 80fach vergr. — Fig. 6. Embryo, *e* Embryoträger, *w* Wurzelanlage, *f* Fuß, *c* Cotyledo mit Ligula *l*; 165fach vergr. — Fig. 7. Junges, Fig. 8 reifes Archegonium; 350fach vergr. — Fig. 9. Längsschnitt durch den peripheren Teil einer Wurzel mit Mycelfäden; 350fach vergr. — Fig. 1—5, 7—9 nach Bruchmann, 6 nach Pfeffer.

oder es fehlt. Kein sekundäres Dickenwachstum. Verzweigung des Stammes gabelig oder deutlich monopodial; im ersteren Falle wenigstens bei jungen Pflanzen vielfach wirklich Dichotomie der Scheitelzelle. Gliederung in rhizom-

artige Teile und aufrechte Äste häufig. Anlage aller Wurzeln endogen. Bei aufrecht wachsenden Formen kommen meist nur am Stammgrunde Wurzeln zur Entwicklung; bei plagiotropen Formen reiche Adventivwurzelbildung, wobei der Stammteil, in dem die Wurzel angelegt wird, zu einem mehr minder verlängerten „Wurzelträger" (Rhizophor) wird, der, die Wurzel-

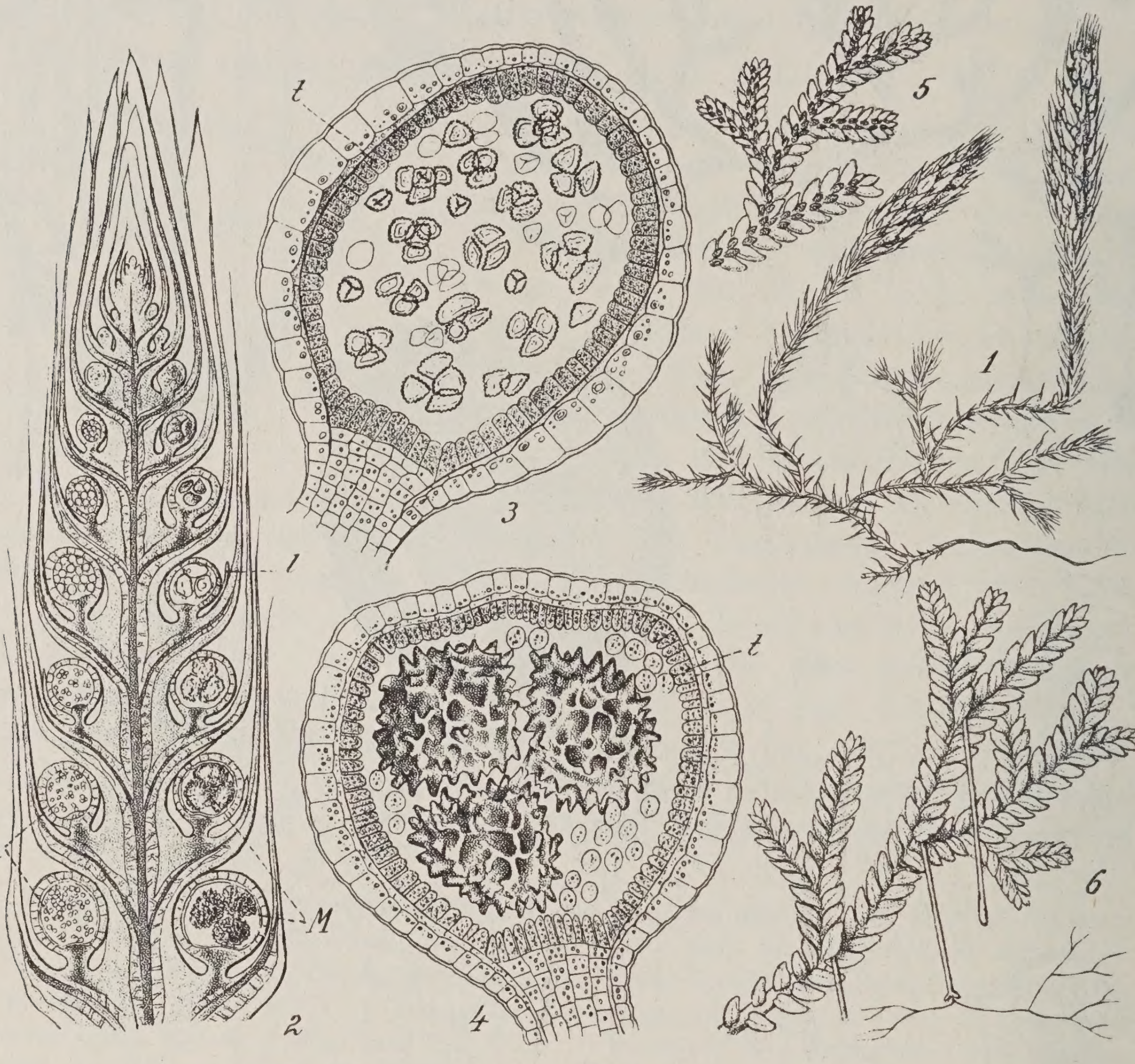


Abb. 225. *Selaginellaceae.* — Fig. 1. *S. selaginoides*, ganze Pflanze; nat. Gr. — Fig. 2. Längsschnitt durch einen Sporophyllstand von *S. inaequalifolia*; vergr.; *l* Ligula, *M* Makrosporangien, *m* Mikrosporangien. — Fig. 3. Längsschnitt durch ein Mikrosporangium derselben Art, *t* Tapetum; vergr. — Fig. 4. Längsschnitt durch ein Makrosporangium von *S. inaequalifolia*, *t* Tapetum; vergr. — Fig. 5. Zweig von *S. Martensii*, Oberseite; nat. Gr. — Fig. 6. Zweig derselben Art (Unterseite) mit Wurzelträgern; nat. Gr. — Fig. 1, 5 u. 6 Original, 2 bis 4 nach Sachs.

anlage schützend, bis zum Boden führt, dabei sehr häufig zugleich als Stützorgan für den Stamm funktioniert (Abb. 225, Fig. 6). Blätter relativ klein, aber zahlreich, ungeteilt[54]), nur ein Leitbündel enthaltend. Blattstellung sehr verschieden: bei orthotropen Sprossen schraubig oder dekussiert, bei

[54]) Über Eigentümlichkeiten d. meist wenigen, aber großen Chlorophyllkörner (Abb.223) vgl. Haberlandt G., in Flora, LXXI., 1888, u. in Ber. d. deutsch. bot. Ges., 1905.

plagiotropen sehr häufig vierzeilig, mit zwei Reihen größerer und zwei Reihen kleinerer Blätter; letzteres eine als Anpassung auffaßbare Modifikation der dekussierten Stellung (Abb. 225, Fig. 5). Blätter mit Ligula am Grunde der Oberseite (Wasser aufnehmendes, bzw. abscheidendes Organ). Sporophylle im Baue von den Trophophyllen meist nicht wesentlich abweichend, am Ende der Sprosse ährenförmige Sporophyllstände zusammensetzend; in der Achsel jedes Sporophylls entsteht ein Sporangium, das manchmal

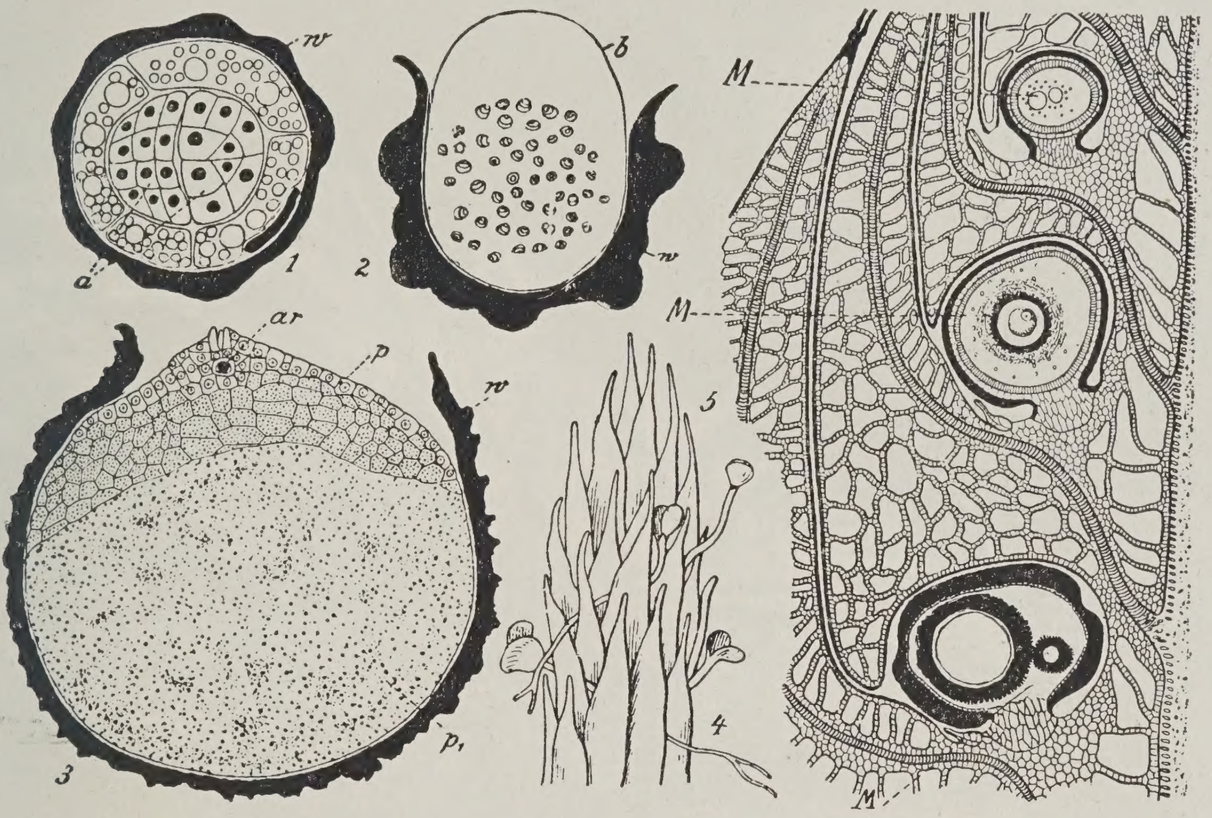


Abb. 226. *Selaginellaceae.* — Fig. 1—3. *Sel. Apus*; Fig. 1 Querschnitt durch ein noch von der Mikrospore eingeschlossenes Prothallium mit 2 Antheridien *a*; Fig. 2 Mikrospore unmittelbar vor der Befruchtung, die Prothalliumzellen sind geschwunden, die Spermatozoiden sind nur mehr vom Endosporium *b* umschlossen; Fig. 3 Längsschnitt durch den ♀ Gametophyten, oben der fertile Teil *p* mit 1 Archegonium *ar* („generativer Teil des Prothalliums"), unten der sterile Teil p_1 („vegetativer Teil des Prothalliums"); Fig. 4 Endteil eines Sporophyllstandes von *S. rupestris* mit Keimpflanzen; Fig. 5 Längsschnitt durch ein Stück des Sporophyllstandes von *S. rupestris* mit Makrosporangien *M.* — *w* bedeutet in Fig. 1 bis 3 die Sporenwand. — Vergr. — Nach Lyon.

über dem Blattgrunde am Stamme steht. Makrosporangien und Mikrosporangien meist in demselben Sporophyllstand, wobei die Makrosporangien in dem dem Boden zugewendeten Teile vorherrschen. Makrosporangien mit normal vier großen Sporen, Mikrosporangien mit zahlreichen kleinen Sporen. Vegetative Vermehrung überdies nicht selten durch frei werdende Sproßstücke, seltener durch Brutkörper *(S. bulbillifera).* Unterirdische Knöllchen als Dauerorgane bei *S. carassensis*[55]). Apogamie kommt vor.

[55]) Vgl. Goebel K. in Flora, 108., 1915.

Die allgemeine Übereinstimmung im Aufbaue mit den isosporen *Lycopodiales* macht wohl eine Verwandtschaft der *Selaginellales* mit diesen unzweifelhaft, doch ist es nicht möglich, dieselben als heterosporen Typus direkt von den *Lycopodiaceae* abzuleiten. — Insoferne eine „Blüte“ definiert wird als ein morphologisch abgegrenzter Sproß, dessen Blätter Fortpflanzungsorgane tragen, welche einen mit der geschlechtlichen Fortpflanzung im Zusammenhange stehenden Dimorphismus aufweisen und diese Bezeichnung aus phylo-

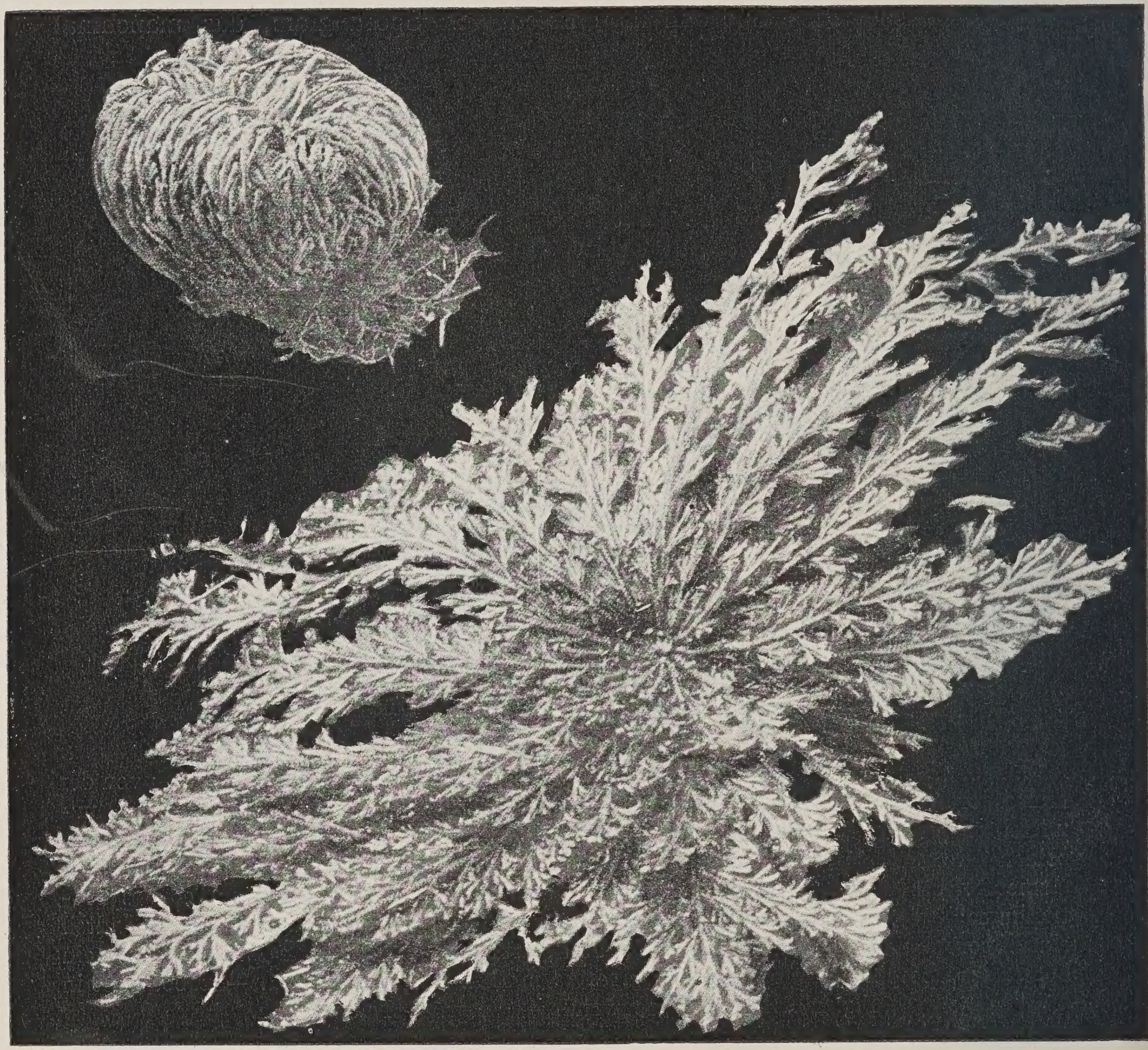


Abb. 227. *Selaginella lepidophylla*. — Links oben im trockenen, rechts unten im befeuchteten Zustande. — Ein Drittel der natürl. Größe. — Original.

genetischen Gründen auf die Cormophyten beschränkt wird, stellt der Sporophyllstand der *Selaginellales* morphologisch den ursprünglichsten Typus einer Blüte unter den heute lebenden Pflanzen dar; damit ist natürlich nicht gesagt, daß diese Blüte mit jenen der Anthophyten in einer genetischen Beziehung steht. Sehr bemerkenswert ist aber, daß, soweit bekannt, bei einzelnen Arten die Befruchtung schon während der Zeit erfolgt, in der die Makrospore noch im Makrosporangium sich befindet (z. B. *S. Apus* und *S. rupestris*). Bei diesen Arten gelangt die Mikrospore auf die aufgesprungene Makrospore, und zwar

in einem Stadium, in dem die Spermatozoiden schon frei im Innern des Endosporiums liegen (Abb. 226, Fig. 2). Bei Befeuchtung wird die Sporenwand gesprengt und die Spermatozoiden schwimmen zu den Archegonien. Bei *S. rupestris* ist sogar das Makrosporangium direkt von einem Gewebewulste umhüllt und festgehalten und die Entwicklung der jungen Pflanzen erfolgt in Verbindung mit dem Sporophyten der vorigen Generation (Abb. 226, Fig. 4 und 5). Die Tatsache, daß die Makrospore das Sporangium nicht verläßt, sondern in ihm die Bildung des Prothalliums und die Befruchtung erfolgt, stellt eine überaus beachtenswerte Annäherung an die Samenbildung dar, wie sie bei den Gymnospermen vorkommt.

Einzige Gattung: *Selaginella* mit zirka 500 Arten. Weitaus die Mehrzahl bewohnt feucht-schattige Standorte der Tropenzone, viele derselben (z. B. *S. umbrosa, haematodes, sarmentosa, Apus, Willdenowii, Martensii* u. a.) werden in Gewächshäusern als Zierpflanzen gezogen. Wenige Arten zeigen Anpassungen an eine xerophytische Lebensweise, so die zentralamerikanische *S. lepidophylla*, die ostasiatischen Arten *S. hygrometrica* und *S. involvens* u. a., welche getrocknet durch Einkrümmen der Äste zu ± kugeligen Ballen werden, während die Äste (auch die der abgestorbenen Pflanze) bei Befeuchtung sich wieder ausbreiten[56]) (Abb. 227). — In Gebirgen Mitteleuropas und in Nordamerika verbreitet: *S. selaginoides* (Abb. 224 u. 225, Fig. 1); in den Gebirgen Mitteleuropas und in Zentralasien: *S. helvetica*; im Mittelmeergebiete: *S. denticulata.*

3. Ordnung. ***Lepidodendrales***[57]).

Eine ausschließlich im fossilen Zustande bekannte Gruppe, welche dem Devon, Karbon und Perm eigentümlich ist und in so zahlreichen und gut erhaltenen Resten auf uns gekommen ist, daß es möglich ist, ihren Bau mit großer Genauigkeit aufzuklären.

Größtenteils baumartige Formen mit oft gabelig verzweigten Stämmen, die an den jüngeren Teilen mit einfachen linealen Blättern bedeckt waren, welche nach dem Abfallen charakteristische Narben hinterließen. Eine Ligula war vorhanden. Stämme mit zentralem Leitbündelzylinder, manchmal mit Mark. Sekundäres Dickenwachstum. Sporophyllstände ährenförmig, an den Enden der Äste oder seitwärts am Stamme entspringend. Sporophylle den Trophophyllen ähnlich, aber breiter und kürzer, mit je einem Sporangium am Grunde der Oberseite. Makro- und Mikrosporen. Die Prothallien blieben, soweit bekannt, in der Spore eingeschlossen.

Wie es bei nur fossil bekannten Pflanzen begreiflich ist, wurden zuerst nur vereinzelte Stücke beschrieben, die auf Grund morphologischer Eigentüm-

---

56) Vgl. Planchon L., Sur la vraie et les fausses Roses de Jericho. Bull. mens. d l'Acad. d. sc. Montpellier, 1909.

57) Potonié H., Lehrb. d. Pflanzenpaläontologie, Berlin 1897—99, und in Engler u. Prantl, Natürl. Pflanzenfam. I., 4. Abt., 1901. — Williamson W. C., Growth and devel. of the Carbonif. Lepid. Mem. and Proc. Manchest. Phil. Soc., ser. IV. vol. IX., 1895. — Seward A. C., On the struct. and affin. of *Lepid.* stem. Transact. Roy. Soc. Edinb., XXXIX., 1900; Foss. pl. for stud., II., 1910. — Scott D. H., Studies in foss. Bot. London 1900; 3. ed., vol. 1., 1920. — Zeiller C., Elém. de Paléobot. Paris 1900. — Benson M., The fructific. of *Miadesmia.* Phil. Transact. Roy. Soc. Lond., 1908. — Watson D. M. S., The cone of *Bothrod.* Mem. and Proc. Manch. Soc., LII., 1908; On the struct. and origin of the Ulodendroid Scar. Ann. of Bot., XXVIII., 1914. — Lotsy J. P., Vortr. üb. bot. Stammesgesch., II., 1909. — Gothan W., Potoniés Lehrb. d. Paläobot., 2. Aufl., 1921.

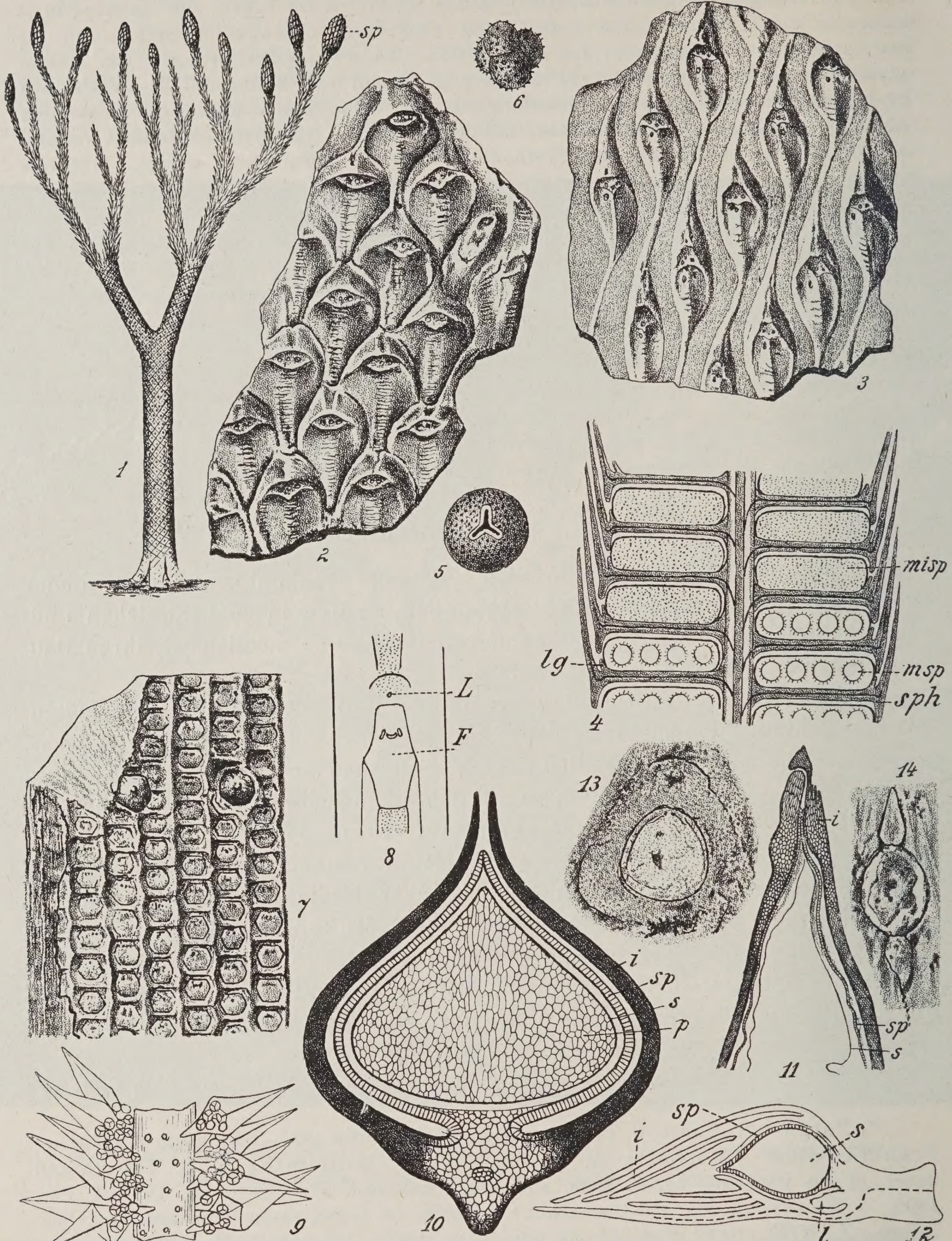


Abb. 228. *Lepidodendrales.* — Fig. 1. Ein restaurierter *Lepidodendron*-Baum mit Sporophyllständen (*sp*); stark verkl. — Fig. 2. *Lepid. Volkmannianum*; Stammoberflächenstück mit Blattpolstern; nat. Gr. — Fig. 3. *Lepid. Veltheimii*; analoges Stück wie Fig. 2. — Fig. 4. Längsschliff durch einen Sporophyllstand von *Lepidostrobus*; *msp* Makro-, *misp* Mikrosporangien, *lg* Ligula, *sph* Sporophyll; vergr. — Fig. 5. Makrospore, Fig. 6. Mikrosporen von *Lepidostrobus*; vergr. — Fig. 7. *Sigillaria elegans*, Stammoberflächenstück; nat. Gr. —

Fig. 8. *Sig. elongata*, Blattpolster; *L* Ligularnarbe, *F* Blattnarbe. — Fig. 9. Stück eines Sporophyllstandes von *Sigillariostrobus Tieghemi*; auf den Sporophyllen liegenMakrosporen; nat. Gr. — Fig. 10. Längssch. d. ein Makrosporangium von *Lepidocarpon Lomaxi*, etwas schematisiert, *i* „Integument", *sp* Sporangiumwand, *s* Sporenwand, *p* Prothallium. — Fig. 11. Oberster Teil von 10, nach einem Schliff. — Fig. 12. Längsschn. d. ein Makrosporophyll von *Miadesmia membranacea*; *l* Ligula, *sp* Sporangium, *s* Spore, *i* Hülle mit Anhängseln; schematisiert. — Fig. 13. Spore von *Spencerites membranaceus*, von oben gesehen; vergr. — Fig. 14. Dieselbe im Längsschnitt. — Fig. 1 bis 3 nach Potonié, 4, 10 u. 11 nach Scott, 5 u. 6 nach Schimper, 7 bis 9 nach Zeiller, 12 nach Benson, 13 u. 14 nach Kubart.

---

lichkeiten mit verschiedenen Namen belegt wurden. Erst die Auffindung ergänzender Stücke und vertiefter Vergleich machten es möglich, den Zusammenhang zwischen den unter verschiedenen Namen beschriebenen Teilen in vielen Fällen klarzustellen.

So hat es sich herausgestellt, daß die unter dem Namen „Stigmarien" *(Stigmaria, Stigmariopsis)* beschriebenen, stammähnlichen Gebilde, deren Oberfläche mit eigentümlichen Narben bedeckt erscheint, die unterirdischen Stammteile sehr verschiedener *Lepidodendrales* darstellen, von denen Adventivwurzeln ausgingen, deren Ansatzstellen jene Narben sind.

Nach den Resten oberirdischer Teile lassen sich zunächst zwei Gruppen unterscheiden; wenn dieselben hier als „Familien" bezeichnet werden, so soll damit nicht gesagt sein, daß diese den Familien rezenter Pflanzen gleichwertig sind.

1. Familie. ***Lepidodendraceae.*** (Abb. 228, Fig. 1—6, 13, 14.)

Stamm monostel, mit zentripetal entstandenem, massivem oder innen mit Mark erfülltem oder hohlem Holze. Oberfläche der älteren Stammteile mit in Schraubenlinien stehenden, sehr charakteristisch geformten Blattnarben, an denen im oberen Teile meist je eine „Ligularnarbe", im unteren Teile die Leitbündelnarbe und rechts und links davon je eine „Parichnosnarbe" (Reste von Strängen lacunosen Gewebes) zu konstatieren sind. Die Blätter enthalten je ein Leitbündel, welches von einem Tracheidensaume umgeben ist; an den Seiten der Blätter verläuft je eine Längsfurche, in der die Spaltöffnungen sich finden. Sporophylle in zapfenartigen Sporophyllständen; am Grunde jedes Sporophylls ein Sporangium.

Vegetative Stammstücke: *Lepidodendron* (Abb. 228, Fig. 1 bis 3), *Lepidophloios, Bothrodendron, Bergeria, Aspidaria, Knorria, Halonia, Ulodendron*; Sporophyllstände: *Lepidostrobus* (Abb. 228, Fig. 4 bis 6), *Bothrostrobus, Spencerites* (Abb. 228, Fig. 13 u. 14) mit geflügelten Sporen; einzelne Sporophylle: *Lepidophyllum.*

2. Familie. ***Sigillariaceae.*** (Abb. 228, Fig. 7—9.)

Stamm monostel, mit ringförmig gestellten, sich später zu einem massiven Holzkörper vereinigenden Xylemen. Oberfläche älterer Stammteile mit in alternierenden Längsreihen stehenden Blattnarben, welche einen ähnlichen Bau wie die der *Lepidodendraceae* aufweisen. Blätter mit einem oder zwei Leitbündeln, welche von Tracheidensäumen umgeben sind, mit

zwei Längsfurchen, in welchen sich die Spaltöffnungen befinden. Sporophyllstände jenen der vorigen Familie ähnlich.

Vegetative Stammstücke: *Sigillaria* (Fig. 7 u. 8), *Rhytidolepis*, *Favularia*, *Clathraria* u. a.; Sporophyllstände: *Sigillariostrobus* (Fig. 9).

Sehr bemerkenswert sind einige *Lepidodendrales*-Sporangien, welche starke Annäherungen an den Samenanlagenbau zeigen, so *Lepidocarpon* (Abb. 228, Fig. 10 u. 11) mit je einer, das Sporangium nicht verlassenden Makrospore in jedem Makrosporangium und einer integumentartigen Gewebewucherung am Sporophyll, welche das Sporangium bis auf einen Spalt umhüllt; *Miadesmia* (Abb. 228, Fig. 12) mit ähnlichem Makrosporangiumbau und einem Integument, das nur eine kleine apikale Öffnung freiläßt.

Abb. 229. *Lepidostrobus Veltheimianus.* — Fig. 1. Längsschliff durch eine keimende Makrospore mit Prothallium, 50fach vergr. — Fig. 2. Stück eines Prothalliums mit Archegonium, 275fach vergr. — Nach Scott.

Ähnlich wie bei den *Selaginellales* kam es also auch bei den *Lepidodendrales* dadurch, daß die Makrospore das Sporangium nicht verließ und in ihr das Prothallium entstand, zu einer Bildung, welche mit den Samenanlagen der Gymnospermen vergleichbar ist. Gesteigert wird diese Ähnlichkeit hier durch die Einzahl der Makrosporen in den Sporangien und durch die Ausbildung der integumentartigen Hüllen.

In einigen Fällen konnte die Entwicklung des Prothalliums in der Makrospore (*Lepidostrobus Veltheimianus*, *Mazocarpon*) und der Archegonienbau festgestellt werden (Abb. 229).

III. Klasse. Psilotinae.

Charakteristik siehe S. 325.

Prothallien klein, 2—20 *mm* lang, zylindrisch, später verzweigt, unterirdisch, saprophytisch, mit Pilzmycelium in den Zellen, allseitig mit Rhizoiden besetzt, nicht grün. Archegonien und Antheridien auf demselben Prothallium. (Abb. 230.)

Einzige Familie: ***Psilotaceae***[58]). (Abb. 230 u. 231.) Epiphytisch oder auf humösem Boden lebende krautige Pflanzen, deren unterirdische

---

[58]) Müller Karl Hal., Monogr. der Lycopodiaceengattung *Psilotum*. Bot. Ztg., 1856. — Solms-Laubach H. Grf., Der Aufbau des Stockes von *Psilotum triquetrum* und dessen Entwicklung aus der Brutknospe. Ann. d. jard. bot. Buitenzorg., IV., 1884. — Dangeard P. A., Mem. sur la morphol. et l'anat. des *Tmesipteris*. Le Botaniste, 2. ser., 1890 bis 1891. — Bower F. O., Studies on the morphol. of spore-prod. memb. Phil. Transact. Roy. Phil. Soc. of London, vol. 185, 1894. — Pritzel in Engler u. Prantl, Natürl. Pflanzenfam., I., 4. Abt., 1900. — Thomas A. W. P., The affin. of *Tmes.* with the *Sphenoph.* Proc. Roy. Soc., 1902. — Ford S. O., The anatomy of *Psilot. triquet.* Ann. of Bot., XVIII., 1904. —

Rhizomteile eine Mykorrhiza aufweisen, als Wurzeln funktionieren und zugleich der vegetativen Vermehrung dienen. Oberirdische Sprosse verlängert, beblättert, mit gabeliger Verzweigung (Abb. 231, Fig. 1) und zentralem Leitbündel; am Grunde mit sekundärem Dickenwachstum. Blätter einfach, mit *(Tmesipteris)* oder ohne *(Psilotum)* Leitbündel. Sporophylle vorherrschend an den Enden der Zweige, aber nicht zu Sporophyllständen ver-

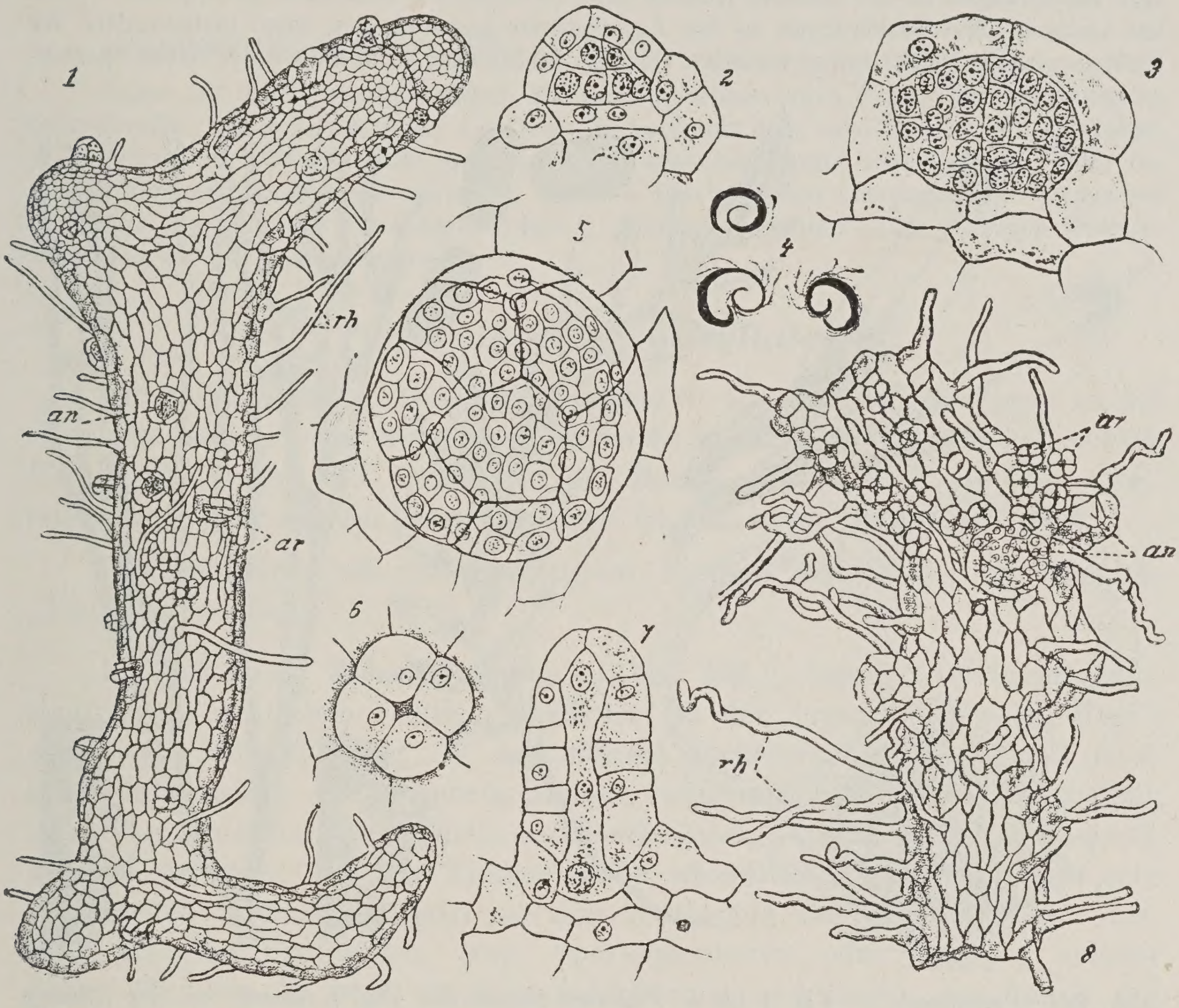


Abb. 230. *Psilotaceae.* — Fig. 1 bis 4, 6 u. 7. *Psilotum triquetrum.* Fig. 1 Prothallium; Fig. 2 u. 3 Antheridien; Fig. 4 Spermatozoiden; Fig. 6 Archegonium von oben, Fig. 7 im Längsschnitte. — Fig. 5 u. 8. *Tmesipteris tannensis*; Fig. 5 Antheridium von oben; Fig. 8 Prothallium. — *an* Antheridien, *ar* Archegonien, *rh* Rhizoiden. — Fig. 1 u. 8 zirka 50fach vergr., alle anderen stark vergr. — Nach Lawson.

einigt. Sporophylle zweispaltig; an dem Grunde ihrer Oberseite die relativ großen zwei- bis dreifächerigen, regelmäßig aufspringenden Sporangien

Lang W. H., On a prothall. provis. ref. to *Psil.* Ann. of Bot., XVIII., 1904. — Sykes M. G., The anat. and morphol. of *Tmesipt.* Ann. of Bot., XXII., 1908; Note on an abnorm. found in *Psil.*, l. c. — Scott D. H., Stud. in foss. Bot., 2. ed., vol. II., p. 626, 1909. — Whitelegge T., The gametoph. of *Psil.* Proc. Linn. Soc. N. S. Wales. XLI., 1916. — Lawson A., The proth. of *Tmesipt.* Transact. R. Soc. Edinb., LI., 1917; The gametoph. gen. of the *Psil.* Transact. R. Soc. Edinb., LII., 1918. — Darnell-Smith G. P., The gamethoph. of *Psil.* Transact. R. Soc. Edinb., LII., 1918.

(Abb. 231, Fig. 2, 3 u. 7). In die Sporangien treten Leitbündel ein. In den Sporangien ist kein Tapetum nachweisbar, wohl aber finden sich zwischen den Sporenmutterzellen zahlreiche sterile Zellen, die bei der Sporenreife resorbiert werden (Abb. 231, Fig. 5). Sporen alle von derselben Gestalt (isospor), bohnenförmig.

Die lebenden Repräsentanten der Familie machen den Eindruck von Reliktformen. Ihre Beziehungen zu den anderen Klassen der Pteridophyten sind nicht ganz geklärt. Man hat vielfach nahe Beziehungen zu den *Lycopodiinae* angenommen, wozu insbesondere der Habitus und die Beblätterung verleitet. Der Bau der Sporangien und die polyciliaten Sperma-

Abb. 231. *Psilotaceae.* — Fig. 1 bis 5. *Psilotum triquetrum.* Fig. 1 oberer Teil der Pflanze mit Sporangien, nat. Gr.; Fig. 2 geschlossenes Sporangium, vergr.; Fig. 3 aufgesprungenes Sporangium, vergr.; Fig. 4. Sporen, stark vergr.; Fig. 5. Querschnitt durch ein noch unreifes Sporangium, in einem Fache Sporenmutterzellen zwischen aufgelösten Zellen. — Fig. 6 u. 7. *Tmesipteris tannensis*; Fig. 6 Sproß in nat. Gr.; Fig. 7 Sporophyll, vergr. — Original.

tozoiden allein bedingen einen scharfen Unterschied von den *Lycopodiinae.* Im anatomischen Bau und insbesondere im Bau der Sporangien zeigen sich Annäherungen an die *Sphenophyllales* unter den *Equisetinae,* als deren Abkömmlinge die *Ps.* vielleicht aufzufassen sind. Der Mangel der quirligen Blattstellung unterscheidet aber die *Ps.* deutlich von den *Sphenophyllales* und es dürfte daher die Auffassung der *Ps.* als Repräsentanten einer eigenen Klasse am besten dem derzeitigen Stande unserer Kenntnisse entsprechen.

Zwei wesentlich verschiedene Gattungen: *Tmesipteris.* Blätter relativ groß, in Profilstellung. Sporangien zweifächerig. Eine polymorphe Art: *T. tannensis* (nach Dangeard mehrere Arten) in Australien, auf den benachbarten Inseln und den Philippinen (Abb. 231, Fig. 6 u. 7). — *Psilotum.* Blätter klein, schuppenförmig, Sporangien dreifächerig. Zwei bis vier polymorphe und durch Zwischenformen verbundene Arten in den Tropen dre

ganzen Erde: *P. triquetrum* (Abb. 231, Fig. 1 bis 5) und *Ps. complanatum*. *Psilotum* vermehrt sich stark durch kleine knöllchenförmige Brutkörper, welche an den Rhizomen an den Enden von Wurzelhaaren entstehen. Die zwei Gattungen der *Psilotaceae* sind so verschieden, daß auch eine Einreihung in zwei verschiedene Familien sich rechtfertigen ließe.

IV. Klasse. Equisetinae[59]). Schachtelhalme im weiteren Sinne.

Charakteristik siehe S. 325.

Schon auf S. 323 wurde erwähnt, daß die *Equisetinae* einen Typus der Pteridophyten darstellen, der weder mit dem der *Lycopodiinae* noch mit dem der *Filicinae* sich vereinigen läßt, wenn auch vielleicht alle drei Typen auf dieselbe Wurzel zurückgehen. Trotz der relativ kleinen Blätter der rezenten *E.* scheinen dieselben dem „megaphyllen" Typus wie die Farne anzugehören. Die innerhalb der *E.* zusammengefaßten Gruppen zeigen Übereinstimmung in vielen Beziehungen.

1. Ordnung. *Sphenophyllales*[60]).

Nur fossil bekannt. Isospor (ob immer?). Die Sporophylle tragen an der Oberseite isolierte oder in Gruppen stehende Sporangien, oder sie sind schildförmig und tragen die Sporangien am Rande, oder endlich sie sind zweiteilig, wobei der untere Teil meist steril ist, der obere Sporangien trägt.

Die zahlreich bekannt gewordenen Formen lassen sich in folgende „Familien" einfügen:

1. Familie. ***Sphenophyllaceae.*** (Abb. 232.) Stamm verlängert, verzweigt, mit zentralem Leitbündelzylinder (in der Jugend dreieckige Haplostele, vgl. Abb. 232, Fig. 3), sekundärem Dickenwachstum und mit deutlichen Internodien. Blätter quirlig gestellt, keilförmig, ganz oder gabelig geteilt, manchmal dimorph. Sporophylle zu endständigen, ährenähnlichen Sporophyllständen vereinigt, von den Trophophyllen wesentlich verschieden, von sehr verschiedenem Bau. Entweder sie sind blattförmig und tragen auf der Oberseite einzelne Sporangien, resp. Sporangiophoren oder Gruppen solcher (Abb. 232, Fig. 2) oder sie sind schildförmig und tragen am Rande des Schildes Sporangien.

In paläolithischen (vom Devon an) und in triassischen Ablagerungen. Wenn auch derzeit noch die meisten Formen unter dem Gattungsnamen „*Sphenophyllum*" zusammengefaßt werden, so kann es doch nach dem sehr verschiedenen Baue der Sporophylle keinem Zweifel unterliegen, daß sich eine weitere Gliederung vornehmen läßt. Isolierte Sporophyllstände wurden auch als *Sphenophyllostachys* bezeichnet.

---

[59]) Lignier hat (1908) für die *E.* den Namen *Articulatae* eingeführt, der insbesondere in der phytopaläontologischen Literatur viel verwendet wird.

[60]) Kidston R., Fructif. of *Sphen. trichomatosum*. Proc. Roy. Soc. Edinb., XI., 1891. — Zeiller R., Constitution de l'appareil fructific. des Sphen. Mem. d. l. Soc. geol. d. Fr. Paris, 1893. — Solms-Laubach H. Grf., *Bowmanites Römeri*, eine neue Sphenophylleenfructif. Jahrb. d. geol. Reichsanst. Wien, 1905. — Potonié H., Lehrb. d. Pflanzenpaläont., Berlin 1897 bis 1899. — Scott D. H., The pres. posit. of paläoz. Bot. Progr. rei bot., I., 1907 mit guter Literaturübersicht von E. A. Newell Arber; Stud. in foss. Bot., 3. ed., vol. I., 1920.

2. Familie. **Cheirostrobaceae.** Von der vorigen Familie insbesondere durch den komplizierten Sporophyllbau verschieden (vgl. Abb. 232, Fig. 4). Jedes Sporophyll ist 6-lappig, von diesen Lappen sind 3 steril, 3 fertil; je eines der letzteren steht über einem sterilen.

Cheirostrobus im Kulm.

3. Familie: **Pseudoborniaceae.** Ausgezeichnet durch die sehr großen, stark dichotom zerschlitzten Blätter.

Pseudobornia aus dem Devon.

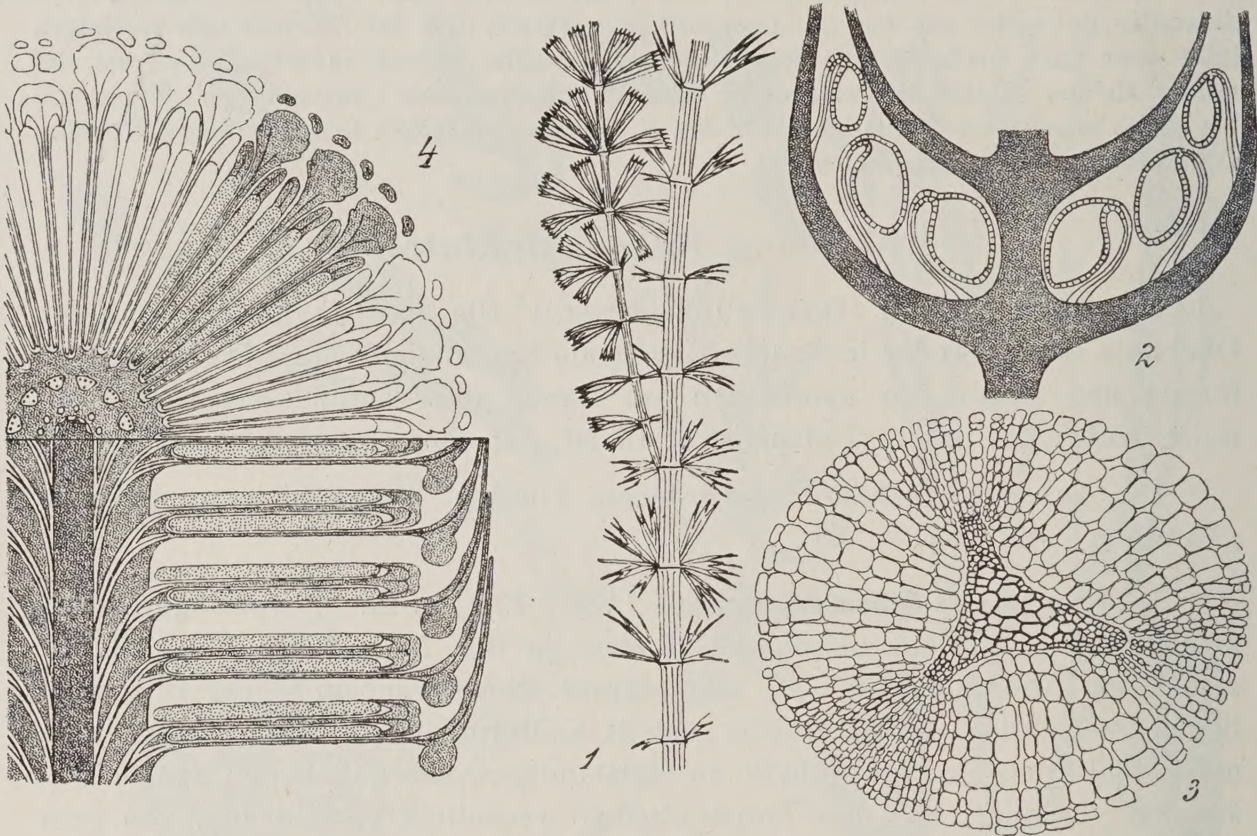


Abb. 232. *Sphenophyllales.* — Fig. 1. Aststück mit Seitenzweig von *Sphenophyllum cuneifolium.* — Fig. 2. Schematischer Längsschnitt durch ein Stück des Sporophyllstandes von derselben Form. — Fig. 3. Querschliff durch den Holzteil eines Stammes von *Sph. pluri-foliatum.* — Fig. 4. Längs- (unten) und Querschnitt (oben) d. einen Sporophyllstand von *Cheirostrobus pettycurensis*; die schattierte Partie des Querschnittes gehört zu einem Sporophyll. — Fig. 1 nach Zeiller, 2 nach Potonié, 3 u. 4 nach Williamson und Scott.

2. Ordnung. *Equisetales.*

Rezent und fossil. Isospor oder (nur fossile) heterospor. Sporangien zu mehreren am Rande der schildförmigen Sporophylle.

1. Familie: **Equisetaceae** [61]), Schachtelhalme im engeren Sinne. (Abb. 233, 234 u. 235.)

---

[61]) Hofmeister W., Vergleichende Untersuchungen, Leipzig 1851; Beiträge zur Kenntnis der Gefäßkryptogamen. I. Abh. der königl. sächs. Gesellsch. der Wiss., IV., 1852. — Duval-Jouve J., Hist. nat. d. Equis. d. Fr., Paris 1864. — Milde J., Monographia

Rezent und fossil bekannt. Prothallien diözisch, seltener zweigeschlechtig, grün, unregelmäßig verzweigt oder mit blattartigen Lappen (Abb. 233); die antheridientragenden sind kleiner, die archegonientragenden

Abb. 233. Erwachsenes (4 Wochen altes) weibliches Prothallium von *Equisetum maximum*. — Vergr. — Original nach H. Marchet.

Equisetorum. Nova Acta Leop. Carol. Acad., XXXII., 1867. — Sadebeck R., Die Entwicklung d. Keimes d. Schachtelhalme. Jahrb. f. wissensch. Bot., XI., 1877. — Goebel K., Beitrag zur Entwicklungsgesch. der Sporangien. Bot. Zeitg., 1880. — Luerssen Ch., Die Farnpflanzen in Rabenh. Kryptogamenfl., 2. Aufl., Leipzig 1889. — Bower F. O., Stud. in the morphol. of spore-prod. members. Philos. Transact. of the Roy. Soc., London, 185., 1894. — Jeffrey E. C., The development, struct. and affinit. of the genus *Equisetum*. Mem. Boston Soc. of Nat. Hist., vol. V., 1899. — Sadebeck R. in Engler u. Prantl, I. 4, 1900. — Gwynne-Vaughan D. T., Rem. upon the nat. of the stele of *Eq.* Ann. of. Bot., XV., 1901. — Campbell D. H., Affin. of the gen. *Equiset.* Am. Natural., XXXIX., 1905. — Shibata K., Üb. d. Chemotax. d. Spermatoz. v. *E.* Bot. Mag. Tokyo, XIX., 1905. — Hawkins L. A., The developm. of the sporang. of *Eq. hiem.* Ohio Natural., VII., 1907. — Sharp L. W., Spermatog. in *Equis.* Bot. Gaz., LIV., 1912. — Browne J., Contrib. to our knowl. of Anat. etc. of *Equis.* Ann. of Bot., XXVI., 1912; A fourth Contribut. etc., l. c., XXXV., 1921. — Kashyap S. R., The struct. and developm. of proth. of *Equis. deb.* Ann. of Bot., XXVIII., 1914.

Abb. 234. *Equisetaceae.* — Fig. 1 Fertiler, 2 steriler Sproß von *Equisetum arvense, a* Annulus (der als Schutzorgan fungierende oberste Wirtel von sterilen Blättern); nat. Gr. — Fig. 3. Rhizomknollen von *E. maximum*; nat. Gr. — Fig. 4 Sporophyll, 5 u. 6 Sporen von *E. maximum; sp* Sporangien, *b* u. b_1 Schraubenbänder; 4 schwach, 5 u. 6 stark vergr. — Fig. 7. Männliches Prothallium von *E. arvense*; 20fach vergr. — Fig. 8. Antheridien (a u. a_1) von

E. limosum; 300fach vergr. — Fig. 9. Weibliches Prothallium von *E. arvense* im Längsschnitte; *a* u. a_1 Archegonien; 100fach vergr. — Fig. 10. Archegonium nach der Befruchtung; stark vergr. — Fig. 11. Embryo noch im Innern des Archegoniumbauches; *w* Wurzelanlage, *v* Sproßscheitel, *b* erste Blätter; stark vergr. — Fig. 12. Spermatozoid von *E. arvense;* 950fach vergr. — Fig. 13. Stück eines Stammquerschnittes von *E. arvense; c* Epidermis, *b* mechanische Elemente, *chl* Assimilationsgewebe, *l* (links unten) Vallecularhöhlen, *gf* Leitbündel, *l* (rechts oben) Carinalhöhlen; stark vergr. — Fig. 1, 2, 13 Original, 3 nach Milde, 4 bis 6 nach Dodel-Port, 7 bis 9 nach Hofmeister, 10 u. 11 nach Sadebeck, 12 nach Belajeff.

---

größer, stärker geteilt, mit einem dicken Gewebekörper, der die Archegonien trägt (Abb. 234, Fig. 7 u. 9). Sporophyt zumeist eine Gliederung in ein unterirdisches Rhizom und in über den Boden hervorragende Sprosse von verschieden langer Lebensdauer (häufig ⨀) aufweisend. Rhizome oft knollenbildend (Abb. 234, Fig. 3). Stamm mit deutlichen Internodien; außen mit Längsriefen (Carinae) und Gruben zwischen diesen (Valleculae). Epidermis, wie die der Blätter, mit stark verkieselten Membranen, unter der Epidermis mechanisches und Assimilationsgewebe; weiter nach innen folgt ein Kranz von Luft führenden Kanälen, die unter den Gruben der Stammoberfläche verlaufen (Vallecularhöhlen; Abb. 234, Fig. 13 *l* links unten), ferner ein Ring kollateral gebauter Leitbündel mit schwach entwickelten Hadromen; jedem Bündel liegt nach innen ein enger Luftkanal (Carinalhöhlen; Fig. 13 *l* rechts oben) an; die Mitte des Stammes wird von einem weiten Hohlraume (Zentralhöhle) eingenommen. Sekundäres Dickenwachstum des Stammes fehlend; nur bei einzelnen Arten (z. B. *E. maximum*) angedeutet. Blätter klein, quirlig, an den Knoten des Stammes entspringend, einfach, je ein Leitbündel enthaltend, die eines Quirls zu einem zylinderförmigen, das nächsthöhere Internodium wenigstens am Grunde umhüllenden Gebilde verwachsen. Stengeläste ebenfalls quirlig, oft in großer Zahl, zwischen je zwei Blättern entspringend und den Grund des Blattzylinders durchbrechend. Assimilationsgewebe vorherrschend im Stamme. Sporophylle schildförmig, gestielt, quirlständig, am Ende der Sprosse ährenförmige, nur aus Sporophyllen bestehende Sporophyllstände (Abb. 234, Fig. 1) bildend, an der dem Stamme zugewendeten Seite 5 bis 12 sackförmige, nicht gestielte, sich mit einem Längsrisse öffnende Sporangien tragend (Fig. 4). Sporen rundlich, sämtlich von gleicher Gestalt. Die äußerste Haut der Sporen löst sich in Form von zwei schmalen, am Ende spatelförmig verbreiterten Schraubenbändern ab, welche an einer Stelle mit den Sporen verbunden bleiben, bei feuchter Luft sich um die Spore legen, bei Trockenheit sich wieder abrollen (Abb. 234, Fig. 5, 6). (Einrichtung zum Transporte durch den Wind, die bei dem Anlangen an einem feuchten, der Keimung günstigen Orte zu funktionieren aufhört.)

Equisetum. In zirka 30 Arten über einen großen Teil der Erde verbreitet, vorherrschend an feuchten Stellen oder im Wasser, manchmal Massenvegetation bildend. Einzelne Arten sind durch einen Sproßdimorphismus ausgezeichnet: die Frühjahrssprosse sind fertil, aber unverzweigt und chlorophyllarm; sie sterben nach der Sporenreife ab und ihnen folgen

sterile, reichverzweigte und chlorophyllreiche Sprosse, oder die Frühjahrssprosse selbst nehmen nach Abwerfen des Sporophyllstandes die Beschaffenheit der Sommersprosse an; ersteres bei *E. arvense*, „Acker-Schachtelhalm", nördliche Hemisphäre, oft lästiges Unkraut (Abb. 234, Fig. 1 u. 2) und *E. maximum*, größte europäische Art; letzteres bei *E. silvaticum*, Europa, Nordamerika. — Fertile und sterile Sprosse gleich: *E. hiemale*, Europa, Asien, Nordamerika, mit zumeist unverzweigten Stämmen; in Europa ferner verbreitet: *E. palustre, limosum* u. a. — Die größte lebende Art ist *E. giganteum* (Südamerika), dessen Stämme bis 10 *m* lang werden, aber infolge ihres geringen Querdurchmessers nur an windgeschützten Stellen aufrecht zu stehen vermögen; die dicksten Stämme besitzt *E. Schaffneri* (Mexiko).

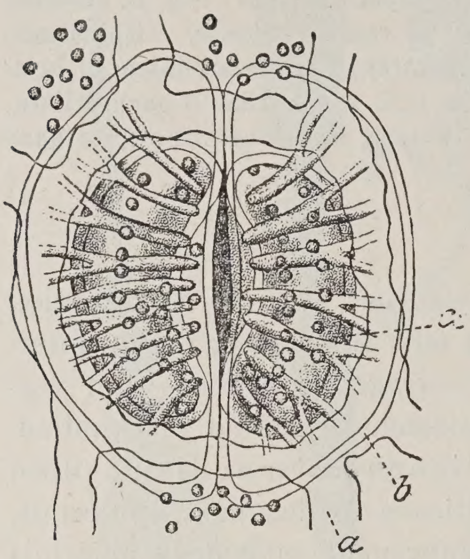


Abb. 235. Spaltöffnung von *Equisetum arvense*, *a* Epidermiszellenwände, *b* Wand des äußeren, *c* des inneren Schließzellenpaares; 670 fach vergr. — Nach Milde.

Die vegetativen Sprosse mehrerer Arten (besonders von *E. hiemale*) werden ihres Kieselreichtums halber als „Zinnkraut" zum Polieren und Metallscheuern verwendet.

Fossile Equisetaceen, welche den heute lebenden ähneln, aber insbesondere durch bedeutendere Dimensionen und baumförmige Entwicklung sich vielfach von diesen unterscheiden, schon aus paläozoischen und mesozoischen Ablagerungen mit Sicherheit bekannt, z. B. *Equisetites arenaceus*, *Schizoneura*, *Phyllotheca*.

2. Familie: *Calamariaceae* [62]). (Abb. 236 u. 237.)

Ausschließlich fossil bekannt. Im allgemeinen den *Equisetaceae* sehr ähnlich sehend. Meist baumförmige Pflanzen mit quirliger Verzweigung. Stamm mit deutlichen Internodien, zentralem Marke, sekundärem Dickenwachstum und ansehnlicher Rinde. Blätter quirlig, ungeteilt, seltener geteilt, meist mit deutlicher Lamina, mit je einem Leitbündel, am Grunde oft scheidenartig verbunden. Sporophylle in ährenförmigen Sporophyll-

[62]) Weiss E., Steinkohlen-Calamarien. I. Abh. zur geolog. Spezialkarte v. Preußen, Berlin 1876. — Stur D., Calamarien der Schatzlarer Schichten. Abh. d. geolog. Reichsanstalt Wien, XI. Bd., 1877. — Williamson W. C. and Scott D. H., Further observ. on the organization of the fossil plants. Phil. Transact. of the Roy. Soc., vol. 185., p. II, 1895. — Seward A. C., Foss. pl. f. stud. of Bot. and Geol., vol. I., 1898. — Potonié H. in Engler u. Prantl, Natürl. Pflanzenfam., I. 4., 1900. — Hickling G., The anat. of *Palaeostachya*. Ann. of Bot., XXI., 1907. — Jongmans W., *Equisetales* fossil. catalog. II., Plantae, 1915. — Scott D. H., The pres. pos. of palaeoz. Bot. Progr. rei bot., I., 1907 mit ausf. Literatur-Verz. v. E. A. N. Arber; Studies in foss. Bot., 3. Aufl., I., 1920. — Gothan W., Potoniés Lehrb. d. Pflanzenpaläont., 2. Aufl., 1921.

Abb. 236. *Calamariaceae*. — Fig. 1. *Calamites ramosus*; Rekonstruktion des Habitusbildes; verkl. — Fig. 2. *Calam. Schulzii*; Rekonstruktion des Habitusbildes; verkl. — Fig. 3. Stammstück von *Calam. alternans*; verkl. — Fig. 4 u. 7. Beblätterte Aststücke; verkl. — Fig. 5. Sporophyllstände von *Palaeostachya*; verkl. — Fig. 6. Stammbasis von *Calam. Suckowii*; verkl. — Fig. 8. Zwei Sporophylle, je über einem sterilen Blatte stehend, von *Palaeostachya*. — Fig. 1 bis 6 nach Stur, 7 u. 8 nach Schenk.

3.
5.
4.
6.
7.
8.
1.
2.

ständen, quirlig, schildförmig, mit mehreren Sporangien, oft mit Quirlen steriler Blätter abwechselnd. Sporangien heterospor oder isospor. Gametophyt unbekannt.

Häufige und für gewisse Stufen geradezu charakteristische Fossilien der paläolithischen Epoche (Karbon bis Perm), deren Teile lange Zeit nicht als zusammengehörig erkannt und unter den verschiedensten Namen beschrieben wurden, z. B. *Annularia* und *Asterophyllites* für beblätterte Sprosse (Abb. 236, Fig. 4 u. 7), *Calamites*, *Calamodendron* u. a. für Stämme (Abb. 236, Fig. 3), *Palaeostachya*, *Macrostachya*, *Calamostachys* u. a. für Sporophyllstände (Abb. 236, Fig. 5). Eine definitive Systematik der zahlreichen Reste ist noch nicht möglich, sie lassen sich entweder unter dem Gattungsnamen *Calamites* vorläufig zusammenfassen oder nach dem anatomischen Baue des Stammes und dem Baue der Sporophyllstände in mehr minder provisorische Gattungen einteilen (*Protocalamites*, *Arthrodendron*, *Calamodendron* usw.).

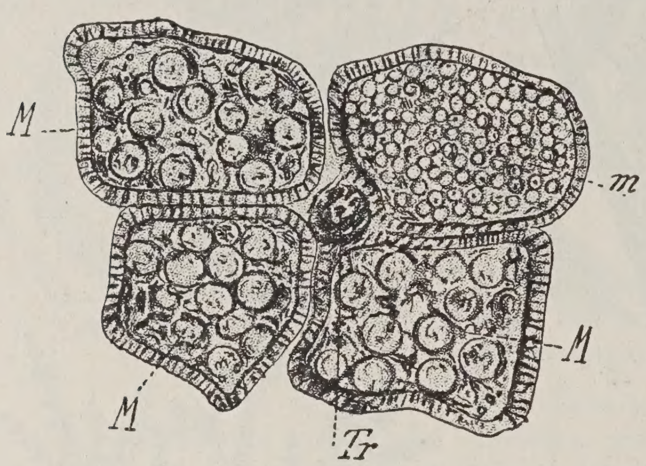


Abb. 237. Querschliff durch ein Sporophyll von *Calamites* (*Calamostachys*) *Binneyana*; vergr. — *Tr* Träger, *M* Makrosporangien, *m* Mikrosporangium. — Nach Williamson und Scott.

Die nahe Verwandtschaft der *Calamariaceae* mit den *Equisetaceae* ist ganz zweifellos; die Stellung der Familien zueinander jedoch nicht ganz sicher. Da die heterosporen Formen im allgemeinen als abgeleitete angesehen werden und an der Heterosporie mancher Calamariaceen nicht zu zweifeln ist, kann man nicht gut die *Equisetaceae* von den *Calamariaceae* ableiten, wenn auch die geologische Aufeinanderfolge dafür sprechen würde. Wahrscheinlich erscheint es, daß beide Familien Abkömmlinge gemeinsamer Vorfahren sind.

V. Klasse. Isoëtinae.

Charakteristik siehe S. 325.

Einzige Familie: ***Isoëtaceae***[63]). (Abb. 238.)

Vorherrschend Wasserpflanzen. Stamm kurz, ausdauernd und vielfach ein hohes Alter erreichend, mehr minder knollenförmig, mit zwei bis drei Längsfurchen, aus deren Rändern die dichotom verzweigten

[63]) Hofmeister W., Beitr. zur Kennt. der Gef-.Kryptog. I. Abh. d. math.-phys. Kl. der sächs. Akad. d. Wissensch. Leipzig, 1852. — Braun A., Zwei deutsche *Isoetes*-Arten nebst Winken zum Aufsuchen ders. Verh. bot. Ver. Prof. Brandenb., III. u. IV., 1862. — Baker J. G., A synopsis of the species of *Isoetes*. Journ. of Bot., IX., 1880. — Motelay L. et Vendryès A., Monogr. d. *Isoeteae*. Arch. Soc. Linn. Bord., VI., 1882. — Engelmann G., The genus *Isoetes* in North-America. Transact. S. Louis Acad. of Sc., IV., 1882. — Farmer in Ann. of Bot., V., 1891. — Bower O. F., Studies in the morphology of spore producing members. Transact. Phil. Soc. London., vol. 185 B, 1895. — Campbell D. H., The struct. and developm. of the mosses and ferns. London 1895. — Smith W. O., Struct. and developm. of the sporophyll and sporang. of *Isoetes*. Bot. Gazette. XXIX., 1900. — Sadebeck R. in Engler u. Prantl, Nat. Pflanzenfam., I., 4. Abt., 1900. — Fitting H., Bau und Entw. d. Makrosp. v. *Isoet.* usw. Bot. Zeitg., 1900. — Solms-Laubach H. Gr. in Bot. Zeitg., 1902. — Hill T. G., On the pres. of a parichn. in rec. pl. Ann. of

Wurzeln entspringen, unverzweigt, selten dichotom oder durch adventive Sprossungen sich verzweigend, mit zentralem Leitbündel und sekundärem Dickenwachstum. Blätter rosettenartig stehend, ohne flächig ver-

Abb. 238. *Isoëtaceae.* — Fig. 1. *Isoëtes lacustre*; nat. Gr. — Fig. 2. Basalteil eines Sporophylls dieser Art mit Mikrosporangium, von innen gesehen; etwas vergr. — Fig. 3. Dasselbe im Längsschnitte, stärker vergr.; *l* Ligula, *i* Lippe, *sp* Sporangium, *tr* trabeculae, *w* Wand, *b* Blatt, *lb* Leitbündel, *t* sporenbildendes Gewebe. — Fig. 4. Basalteil eines Sporophylls mit Makrosporangium von *I. echinosporum*; vergr. — Fig. 5. Anlage des Mikrosporangiums von *I. lacustre*; stark vergr.; Bezeichnungen wie bei Fig. 3. — Fig. 6. Querschnitt durch eine Makrosporentetrade von *I. Duriei*; 360fach vergr. — Fig. 7. Makrospore von *I. echinosporum*; vergr. — Fig. 8 Makrospore, Fig. 9 Mikrospore von *I. lacustre*; vergr. — Fig. 1, 2, 3 Original, 4, 7—9 nach Moteley et Vendryès, 5 nach Bower, 6 nach Fitting.

Bot., XVIII., 1904. — Shibata K., Stud. über die Chemot. d. *Isoëtes*-Spermatoz. Jahrb. f. wissensch. Bot., XLI., 1905. — Stokey A. G., The anatom. of *Isoëtes*. Bot. Gaz., XLVII., 1909. — Lang W. H., Stud. in the morphol. of *Isoëtes* I u. II. Mem. and Proc. Manchester Soc., LII., 1915. — Osborn T. G. B., Some observ. on *Is. Drum.* Ann. of Bot., XXXVI., 1922.

breiterte Lamina, allmählich zugespitzt, von vier gekammerten Luftkanälen durchzogen, nahe dem Grunde auf der Oberseite mit einem zungenförmigen Organe, der Ligula. An der Blattbasis finden sich rechts und links vom Leitbündel Schleimkanäle (aus Parenchymsträngen hervorgehend), welche an den Parichnos der *Lepidodendrales* (vgl. S. 341) erinnern. Sporophylle von den vegetativen Blättern kaum verschieden, an den älteren Teilen des Stammes stehend; die unteren Sporophylle tragen Makrosporangien. Sporangium groß, dem Blattgrunde unter der Ligula eingesenkt, oft zum Teile von einem hautartig vorgezogenen Blattgewebe (Indusium) (Abb. 238, Fig. 2) bedeckt. Das Blattgewebe zwischen Ligula und Sporangium springt oft als Höcker oder Zahn („Lippe", Abb. 238, Fig. 2 u. 3 *i*) vor. Die Sporangien sind von Strängen sterilen Gewebes („Trabeculae") durchzogen und sind heterospor; sie springen nicht regelmäßig auf, sondern öffnen sich durch Fäulnis der Wand. Makro- und Mikrosporen zahlreich; erstere bedeutend größer. Die aus den Mikrosporen hervorgehenden ♂ Prothallien verlassen die Spore nicht und bilden nur ein bis zwei Prothalliumzellen und je ein Antheridium mit vier Spermatozoiden aus (Abb. 181, Fig. 6). Spermatozoiden polyciliat. Das kleine weibliche Prothallium entsteht im Innern der Makrospore und entwickelt an einer durch Reißen der Sporenwand frei werdenden Stelle einige wenige Archegonien, zumeist nur eines. Goebel beobachtete Entwicklung adventiver Pflanzen an Stelle von Sporangien (Aposporie).

Einzige Gattung: *Isoëtes* „Brachsenkraut", in zirka 60 Arten über den größten Teil der Erde verbreitet, vorherrschend in Nordamerika und Europa. Die verbreitetsten europäischen Arten sind *I. lacustre* (Abb. 238, 1—3, 8, 9) und *I. echinosporum* (Abb. 238, Fig. 4 u. 7); eine größere Artenzahl bewohnt das Mediterrangebiet. — Die ansehnlichste Art ist die nordamerikanische *I. Engelmanni.* — Landbewohnend sind *I. Duriei* (mediterran) und *I. Hystrix* (mediterranes Gebiet und Westeuropa); beide Arten zeigen Anpassungen an das Landleben: Hüllen aus Niederblättern und persistierende Blattbasen.

Die systematische Stellung der *Isoëtaceae* ist eine noch nicht vollständig geklärte. Sie stimmen im gesamten Aufbau (Form und Stellung der Blätter, Stellung und Zahl der Sporangien usw.) mit den *Lycopodiinae* überein und werden deshalb zumeist als heterospore Typen an das Ende des Lycopodiinen-Systems, neben die *Selaginellales* als Abkömmlinge der *Lepidodendrales* gestellt, mit denen sie ja auch in dem Besitze der Ligula übereinstimmen. Gegen diese Verwandtschaft mit den Lycopodiinen sprechen aber vor allem drei Momente: 1. die polyciliaten Spermatozoiden, 2. der Bau der Leitbündel, 3. die Vorgänge bei Bildung des Embryo aus der Eizelle. Gerade diesen Merkmalen kommt aber in entwicklungsgeschichtlicher Hinsicht eine große Wichtigkeit zu, und in diesen Merkmalen nähern sich die Isoëtaceen den Filicinen, und zwar den eusporangiaten Formen derselben. Eine Einordnung unter die *Filicinae* ist anderseits doch wieder nicht möglich. Allen diesen Momenten wird derzeit am besten Rechnung getragen durch Auffassung als eine eigene Klasse.

Mit ziemlicher Sicherheit sind fossile Isoëtaceen seit der Kreide bekannt; ob der aus dem Rhätischen bekannt gewordene *Lycostrobus* hieher gehört, ist fraglich; ebenso verhält es sich mit der aus dem Buntsandstein stammenden *Pleuromeia.* Eine Klarstellung der beiden Typen wäre wertvoll, da ihre *Lepidodendrales*-Ähnlichkeit die Diskussion über die Stellung der *Isoëtinae* beeinflußt. Wenn *Pl.* wirklich die Sporangien auf der Unterseite der Sporophylle trug, dann steht sie wohl den *Isoëtinae* wie den *Lepidodendrales* ferne.[64])

[64]) Vgl. Solms-Laubach H. in Bot.-Zeitg., 57., 1899. — Fitting H. in Ber. d. d. bot. Ges., XXV., 1907.

VI. Klasse. Filicinae, Farne im weiteren Sinne.

Charakteristik siehe S. 325[65]).

Das im folgenden dargestellte System der Farne beruht auf folgenden Anschauungen über die Phylogenie derselben: Unter den rezenten Farnen erscheinen die eusporangiaten Formen als die relativ ursprünglichsten (geringe Differenzierung des Sprosses, weniger ausgeprägte Dorsiventralität des Prothalliums, Sporangienbildung); die *Marattiales* einerseits, die *Osmundaceae* anderseits vermitteln den Übergang zu den leptosporangiaten Formen (vgl. auch S. 360); als Endglieder dieser erscheinen die *Hydropteridales* mit dimorphen Sporangien.

Die Paläontologie bestätigt diese Anschauung[66]). Die *Filicinae eusporangiatae* lassen sich sicher bis in das untere Karbon verfolgen; die *Filicinae leptosporangiatae* treten etwas später auf; die *Hydropteridales* sind erst aus der Trias bekannt. Die Vorläufer aller dieser Formen waren Farne, welche einerseits Beziehungen zu all den genannten Gruppen aufweisen, anderseits auch die Ableitung der *Cycadofilicinae* ermöglichen. In neuerer Zeit wurden alle diese Farne unter dem provisorischen Namen der *Primofilices*[67]) zusammengefaßt (*Zygopteris*, *Botryopteris*, *Stauropteris*, *Corynepteris* usw.).

Über die phylogenetische Herkunft der *Filicinae* überhaupt, insbesondere über die entwicklungsgeschichtliche Verschiedenheit derselben von den *Lycopodiinae* und *Equisetinae* vgl. das S. 323 Gesagte. Sie stellen am klarsten den Typus der makrophyllen Pteridophyten dar.

I. Unterklasse. Filicinae eusporangiatae.

Sporangien aus einer ganzen Gruppe von Blattzellen hervorgehend. Wand des reifen Sporangiums aus mehreren Zellschichten bestehend.

---

[65]) Allgemeine Literatur: Fée A. L. A., Memoires sur la fam. des Fougères. I.—XI. Straßburg 1844—1866. — Hofmeister W., Vergleichende Untersuchungen. Leipzig 1851. — Ettingshausen C. v., Die Flächenskelette der Farnkräuter. Wien 1862—1864. — Kny L., Über die Entwicklung des Prothalliums und der Geschlechtsorgane. Sitzungsber. d. Ges. naturf. Freunde. Berlin, 1868. — Strasburger E. in Jahrb. f. wissensch. Bot., VII., 1869—1870. — Russow E., Vergleichende Unters. über d. Leitbündelkryptogamen. Petersburg 1872. — Sadebeck R., Die Gefäßkryptogamen in Schenk, Handb. d. Bot., Breslau 1879—1880. — Goebel C., Beitr. zur vergl. Entwicklungsgesch. der Sporangien. Bot. Zeitung, 1880—1881. — Belajeff W., Über Bau u. Entwicklung der Spermatozoiden der Gefäßkryptog. Ber. d. deutsch. bot. Ges., 1889. — Campbell D. H., The structure and developm. of the Mosses and Ferns. London u. New-York 1895; 2. Aufl. 1905. — Goebel C., Organographie der Pflanzen. Jena 1898—1901; 2. Aufl. II. 1918. — Engler u. Prantl, Nat. Pflanzenfam., I. 4., 1902. — Lotsy J. P., Vortr. üb. bot. Stammesgesch., II. Bd., 1909. — Bower F. O., Stud. in the phylog. of the Filic. I.—VII. Ann. of Bot., XXV.—XXXII., 1911—1918.

Systematische Literatur: Hooker W. J. et Baker J. G., Synopsis Filicum. London 1874. — Hooker W. J., Species Filicum. London 1846—1864. — Derselbe, Icones Filicum. London 1854. — Salomon C., Nomenclator der Gef.-Kryptog. Leipzig 1883. — Luerssen Ch., Die Farnpflanzen in Rabenh. Kryptog.-Flora, 2. Aufl. Leipzig 1884—1889. — Prantl K., Das System. d. Farne. Arb. a. d. k. bot. Gart. Breslau, I., 1892. — Christ H., Die Farnkräuter der Erde. Jena 1897. — Christensen C., Index Filicum, 1906; daselbst ausführliche Literaturnachweise; Supplem. prelim., 1917. — Rosenstock E., Beitr. z. Pteridophytenfl. Südbras. Hedwigia, 1904—1906. — Christ H. in Wettstein R. und Schiffner V., Exped. nach Südbras. Denkschr. Akad. Wien, LXXIX., 1906. — Alderwerelt W. K. van, Malayan Ferns. 1909.

[66]) Vgl. Arber E. A. N., On the past history of the Ferns. Ann. of. Bot., 1906.

[67]) Vgl. außer den auf S. 322 u. S. 323 zitierten paläontol. Handbüchern: Tansley A., Lect. on the evol. of the Filic. vasc. syst. New. Phytol., 1907/08. — Kidston R., On the

1. Ordnung: ***Ophioglossales***[68]).

Prothallium lange ausdauernd, knollen- oder walzenförmig (im letzteren Falle oft verzweigt), chlorophyllfrei, unterirdisch, die Geschlechtsorgane auf der Oberseite oder auf der Ober- und Unterseite tragend, meist mit symbiotischem Mycelium (Abb. 239, Fig. 1—4; Abb. 240), Embryo oft jahrelang unterirdisch lebend. Stamm in Form eines kurzen, aufrechten oder kriechenden Rhizoms, unverzweigt oder durch Adventivknospenbildung oder Dichotomie verzweigt. Leitbündel kollateral, schwaches sekundäres Dickenwachstum bei einzelnen Formen durch Kambiumtätigkeit. Wurzeln einfach oder gabelig; gelegentlich mit Adventivsproßbildung. Am Scheitel des Stammes entsteht eine kleine Anzahl von Blättern (manchmal in einer Vegetationsperiode nur eines), die zumeist frühzeitig in je einen fertilen und einen sterilen Abschnitt geteilt sind. Die Trennungsstelle liegt in verschiedener Höhe des ausgebildeten Blattes; manchmal finden sich mehrere fertile Abschnitte; wenn nur ein fertiler Abschnitt vorhanden ist, geht er von der Mediane des sterilen aus, und zwar an der der Achse zugewendeten Seite. Die sterilen Abschnitte sind einfach, handförmig oder fiederig geteilt; die fertilen sind meist einfacher als jene und weisen eine Reduktion der Assimilationsgewebe auf. Die Blätter sind in der Jugend nur wenig eingekrümmt. Sporangien stehen am Rande

---

orig. of the adax.-curv. leaf trace in the Filic. Proceed. Roy. Soc. Edinb., XXVIII., 1908. — Bower F. O., The orig. of a Land Fl., 1908. — Lotsy J. P., Vortr. üb. bot. Stammesgesch., II., 1909. — Bertrand P., Et. s. la fronde des Zygopt. Lille 1909; L'étude anat. d. foug. Progr. rei bot., IV., 1911. — Kidston R. and Gwynne-Vaughan D. T., On the foss. *Osmundac.* I.—V. Transact. Roy. Soc. Edinb., vol. XLV.—L., 1907—1914. — Nahezu gleichbedeutend mit dem Arberschen Namen *Primofilices* sind die Namen *Inversicatenales* (Bertrand) und *Coenopterideae* (Seward).

[68]) Hofmeister W., Über d. Ophioglossaceen. Abh. d. sächs. Ges. d. Wissensch., V., S. 657, 1852. — Mettenius G., Filices horti botan. Lipsiensis. Leipzig 1856. — Milde J., Monographie der deutschen Ophioglossaceen. Progr. d. Realschule in Breslau, 1856. — Holle G., Über Bau u. Entw. der Vegetationsorg. d. Ophiogl. Bot. Ztg., 1875. — Prantl K., Beitr. zur System. d. Ophiogl. Jahrb. d. bot. Gart. u. Mus. Berlin, III., S. 297, 1884. — Bower F. O., Studies in the morphol. of spore-produc. members. Proc. Roy. Soc. London 1891 et Philos. Transact. 1896. — Jeffrey E. C., The gametophyte of *Botrychium virginianum.* Transact. of the Canad. Inst., V., 1896/97. — Bitter G., *Ophioglossaceae* in Engler u. Prantl, Natürl. Pflanzenfam., I. T., 4. Abt., 1900. — Lang W. H., On the proth. of *Ophiogl. pend.* and *Helminthost.* Ann. of Bot., XVI., 1902; Stud. in the morph. and anat. of *Ophiogl.* I.—III. Ann. of Bot., XXVII.—XXIX., 1913—1915. — Bruchmann H., Üb. d. Proth. u. d. Keimpfl. v. *Ophiogl. vulg.* Bot. Ztg., 1904; Üb. d. Proth. u. d. Sporenpfl. v. *Botr. Lun.* Flora, XCVI., 1906. — Cardiff J. D., Devel. of sporang. in *Botrych.* Bot. Gaz., XXXIX., 1905. — Lyon H. L., A new gen. of *Ophiog.* Bot. Gaz., XL., 1905. — Beer R., On the devel. of the spores of *Helminth.* Ann. of Bot., XX., 1906. — Campbell D. H., Stud. on the *Ophiog.* Ann. d. Jard. bot. Buitenz., XXI., 1907; The *Eusporangiatae.* Comp. morph. of *Ophiogl.* and *Maratt.* Carnegie Instit., 1911. — Burlingame L., The sporang. of *Ophiog.* Bot. Gaz., XLIV., 1907. — Chrysler M. A., The nat. of the fert. spike in the *Ophiog.* Ann. of Bot., XXIV., 1910. — Land W. J. G. A protocorm of *Ophiog.* Bot. Gaz., LII., 1911. — Petry L. C., Branch. in the *Ophiog.* Bot. Gaz., LIX., 1915. — Pfeiffer N. E., The proth. of *Ophiog. vulg.* Bot. Gaz., LXI., 1916.

der fertilen Blattabschnitte, besitzen eine mehrschichtige Wand, springen schließlich durch Quer- und Längsrisse auf und zeigen keinen Ring.

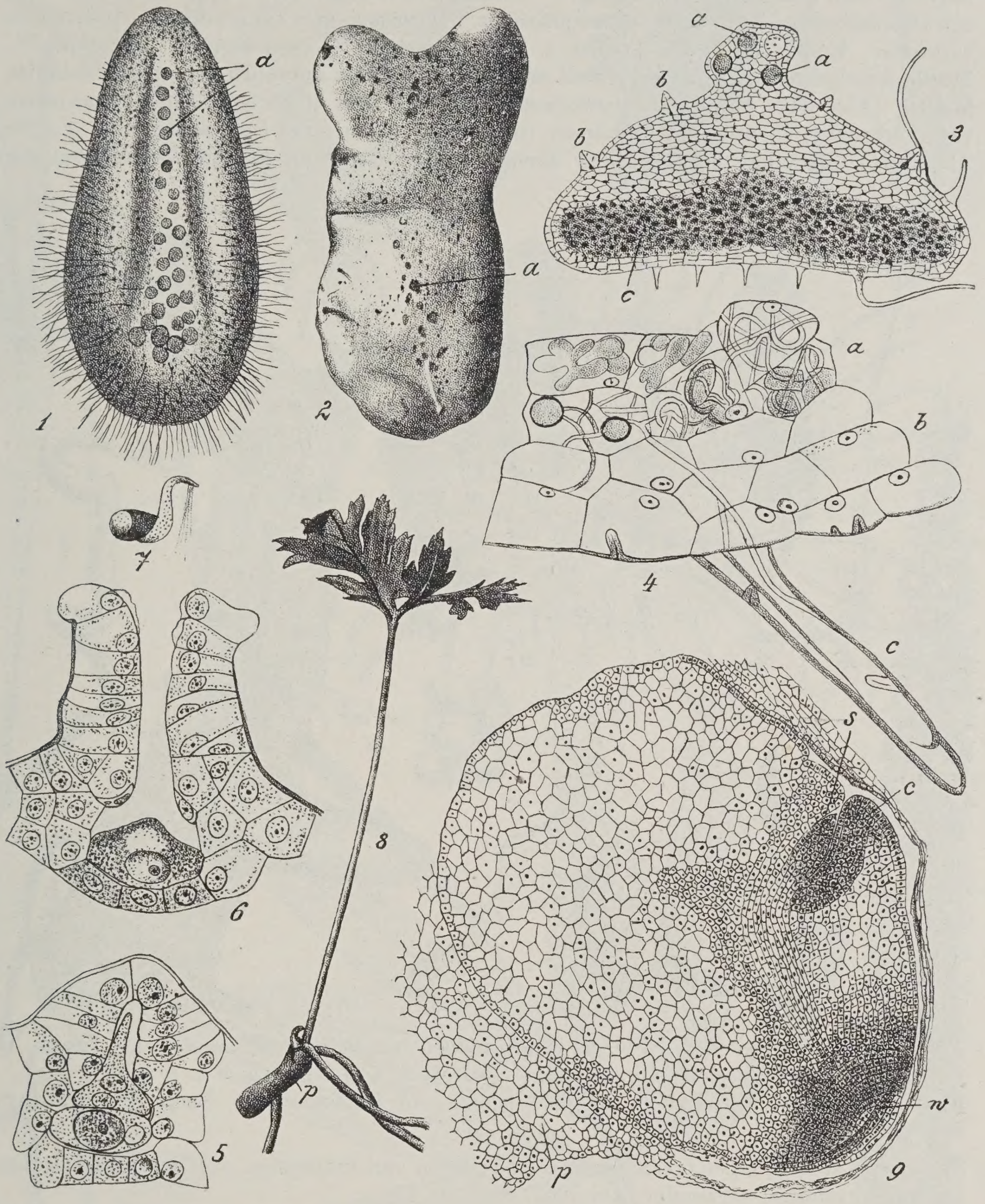


Abb. 239. *Botrychium virginianum.* — Fig. 1. Junges Prothallium von oben; 16fach vergr. — Fig. 2. Älteres Prothallium von oben; 4fach vergr. — Fig. 3. Querschnitt durch ein Prothallium; *a* Antheridien (ebenso in Fig. 1 u. 2), *b* Archegonien, *c* mycelführende Schicht; 16fach vergr. — Fig. 4. Periphere Partie von der Unterseite eines Prothalliums; *a* mycelführendes, *b* pilzfreies Gewebe, *c* Rhizoid; 250fach vergr. — Fig. 5. u. 6. Archegonium; 250fach vergr. — Fig. 7. Spermatozoid; 1000fach vergr. — Fig. 8. Junger Sporophyt mit Prothallium (*p*); etwas verkl. — Fig. 9. Embryo, *w* Wurzel, *c* Cotyledo, *s* Sproßanlage, *p* Prothallium; 50fach vergr. — Nach Jeffrey.

Einzige Familie: **Ophioglossaceae** (Abb. 239—241.)

Ophioglossum[69]). Fertile Abschnitte lineal mit zwei Reihen von Sporangien; sterile ungeteilt oder gelappt (Abb. 241, Fig. 1—4). Erdbewohnende Arten in den tropischen und extratropischen Gebieten beider Hemisphären, z. B. *O. vulgatum* in der nördlichen Hemisphäre verbreitet. Epiphyten in den Tropen, z. B. *O. palmatum*, *O. pendulum*. — *Botrychium*[70]). Fertile Abschnitte meist fiederig geteilt mit zwei Reihen von Sporangien; sterile Abschnitte fiederig (Abb. 241, Fig. 6). Erdbewohnend. *Botr. Lunaria* in der nördlichen Hemisphäre weit verbreitet; ebenso *B. virginianum* (in Europa seltener). — *Helminthostachys*. Fertile Abschnitte ährenähnliche Bildungen darstellend, an denen an kurzen Seitenlappen die

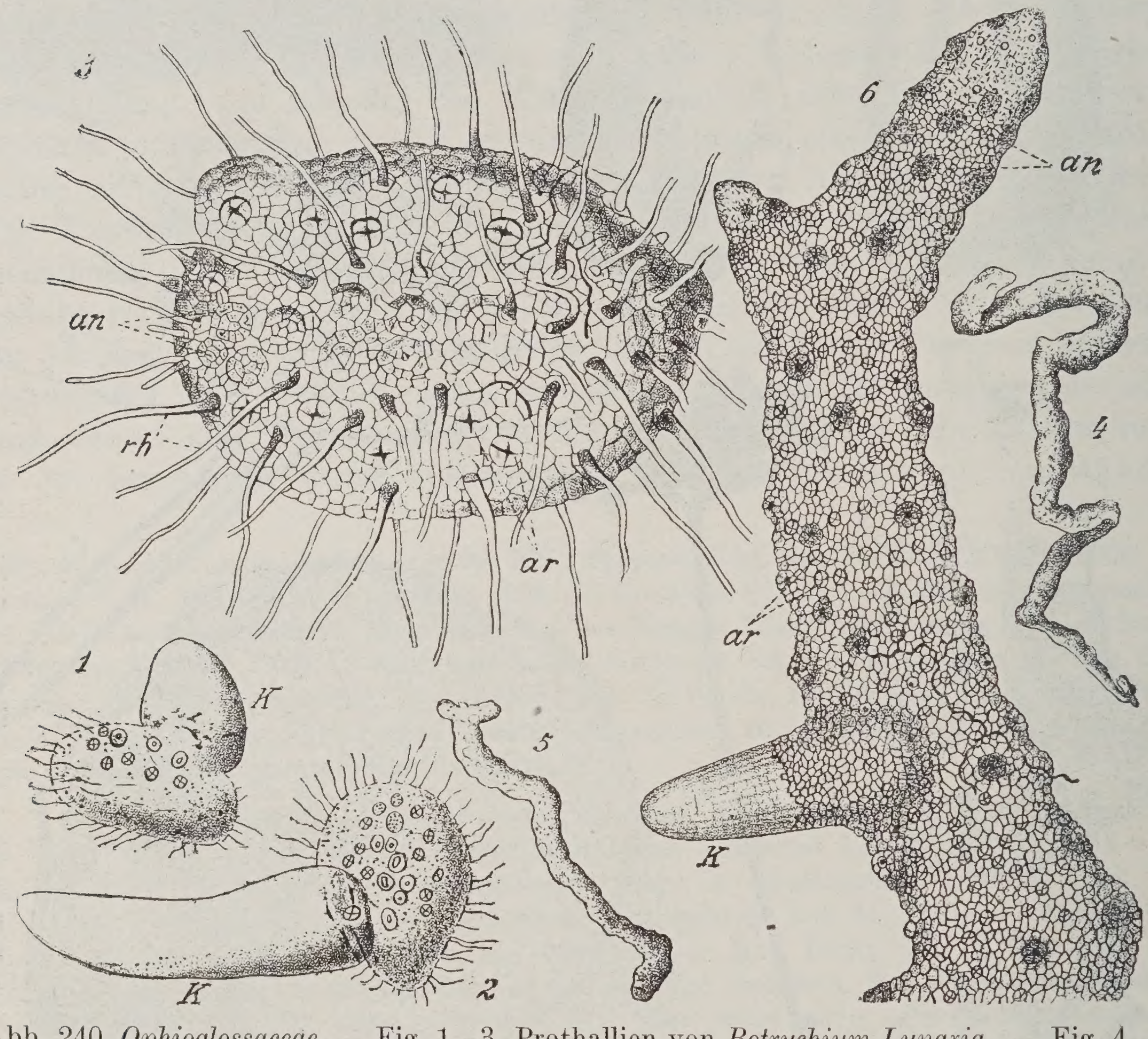


Abb. 240. *Ophioglossaceae*. — Fig. 1—3. Prothallien von *Botrychium Lunaria*. — Fig. 4—6. Prothallien von *Ophioglossum vulgatum*. — Fig. 1, 2, 4, 5 schwach, 3 u. 6 stark vergr. — *K* Keimling, *an* Antheridien, *ar* Archegonien, *rh* Rhizoiden. — Nach Bruchmann.

Sporangien stehen. *H. ceylanica* im tropischen Asien und Polynesien, von den Eingeborenen als Nahrungsmittel verwendet (Abb. 241, Fig. 10—12).

Fossile Reste, die mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit den *O.* zuzuzählen sind, aus dem Perm und Keuper.

---

[69]) Luerssen Ch., *Ophioglossum*. Journ. d. Mus. Godeffroy, II., S. 235. — Britton E. G., A revision of the North-Americ. spec. of *Ophioglossum*. Bull. Torr. Cl., 1897.

[70]) Milde J., Index Botrychiorum. Verh. d. zool.-bot. Ges. Wien, 1868. — Derselbe, Monographia Botrychiorum, a. a. O., 1869 u. 1870. — Eine Reihe von Arten wurde von H. Lyon zur Gattung *Sceptridium* vereinigt.

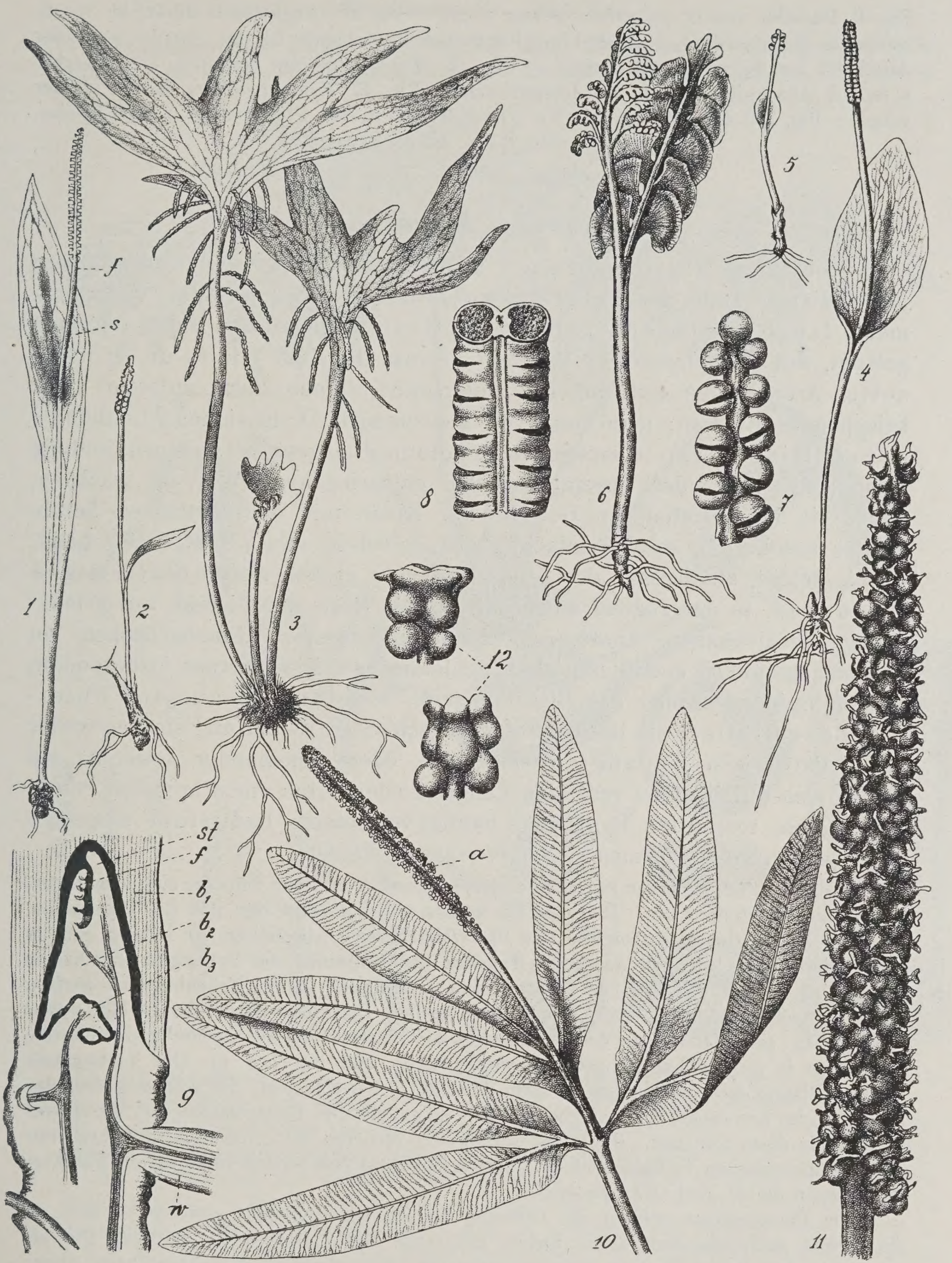


Abb. 241. Sporophyten von Ophioglossaceen. — Fig. 1. *Ophioglossum intermedium*, *f* fertiler, *s* steriler Abschnitt; verkl. — Fig. 2. *O. lusitanicum*; nat. Gr. — Fig. 3. *O. palmatum*; verkl. — Fig. 4. *O. vulgatum*; verkl. — Fig. 5. *Botrychium simplex*; nat. Gr. — Fig. 6. *B. Lunaria*; verkl. — Fig. 7. Stück eines fertilen Blattabschnittes von *B. Lunaria*; etwas vergr. —

Fig. 8. Dasselbe von *O. palmatum*; etwas vergr. — Fig. 9. Längsschnitt durch die Sproßspitze von *B. Lunaria*; b_1, b_2, b_3 drei im Alter aufeinanderfolgende Blätter, *f* fertiler, *st* steriler Abschnitt von b_2, *w* Wurzel; vergr. — Fig. 10. *Helminthostachys ceylanica*, etwas verkl., *a* fertiler Abschnitt; Fig. 11 der letztere vergr.; Fig. 12. Sporangiophore davon, stärker vergr. — Fig. 1, 2, 4, 5, 10 Originale, 3 u. 8 nach Bitter in Nat. Pflanzenfam., 6 nach Sachs, 9 nach Holle, 11 u. 12 nach Goebel.

---

2. Ordnung. *Marattiales.*

Prothallium flächenförmig, aber relativ dick und insbesondere im medianen Teile aus zahlreichen Zellschichten gebildet, verhältnismäßig lange ausdauernd, chlorophyllhaltig, herzförmig oder mehrfach gelappt, mit endophytischen Mycelien. Antheridien auf Ober- und Unterseite, Archegonien nur auf der Unterseite. Stamm kurz, aufrecht, oder kriechendes Rhizom; manchmal von bedeutenden Dimensionen. Leitbündel konzentrisch, am Querschnitte ringförmig angeordnet. Wurzelbildung gering; die unter der Vegetationsspitze entspringenden Wurzeln wachsen, bevor sie hervortreten, im Gewebe der Rinde und der Blattbasen herab. Blätter ansehnlich, selten einfach, meist gefiedert oder *(Kaulfussia)* handförmig geteilt, am Grunde des Stieles mit zwei großen nebenblattartigen Bildungen, in der Jugend eingerollt, an der Basis der Fiedern mit gelenkartigen Verdickungen. Anatomische Eigentümlichkeiten: „Staubgrübchen" an den Nebenblättern und Blattstielen, Schleimgänge, Kieselkörper insbesondere in den Epidermiszellen der Blattunterseite. Sporangien auf der Unterseite der Blätter; sie besitzen eine vielschichtige Wand und sind entweder zu vielfächerigen Synangien verbunden oder voneinander getrennt; sie öffnen sich durch einen ventralen Längsriß oder durch einen apikalen Porus. Sporangien, respektive Synangien häufig von einem Indusium umgeben. Ring bei einzelnen Formen *(Angiopteris)* angedeutet.

Die *Marattiales* nehmen zwischen den *Ophioglossales* und den *Filicales* eine bemerkenswerte Zwischenstellung ein. Den ersteren nähern sie sich durch den Bau der Prothallien, die Stellung der Geschlechtsorgane und die vielfächerigen Abschnitte der fertilen Blätter (Synangien), den letzteren durch die Tendenz der Auflösung der Synangien in einzelne Sporangien, durch den Bau der Blätter und Leitbündel. Die „Nebenblätter" dürften als Bildungen aufzufassen sein, welche den fertilen Blattabschnitten der *Ophioglossales* entsprechen; sie entstehen an der Ventralseite der Blattanlagen als ungeteilte Gebilde, die erst später in je zwei Lappen getrennt werden (Abb. 242, Fig. 5 u. 6). Das Vorkommen steriler Blätter mit reduziertem fertilem Abschnitte bei einzelnen *Botrychium*-Arten, das gelegentliche Auswachsen der „Nebenblätter" zu gefiederten Blattgebilden bei *Marattiales* spricht für diese Deutung. Bei dieser Auffassung verlieren die „Nebenblätter" ihren mit den morphologischen Verhältnissen der übrigen Pteridophyten schwer vereinbaren Charakter und nähern die *M.* den *Ophioglossales.*

Im Palaeozoicum scheint die Ordnung viel reicher gegliedert gewesen zu sein; es sind schon zahlreiche wohl sicher hieher gehörende Reste festgestellt worden. Die als *Psaronius* bekannten fossilen Stämme gehörten wahrscheinlich Repräsentanten dieser Ordnung an[71]).

[71]) Vgl. Rudolph K., Psaronien u. Marattiaceen. Denksch. d. k. Akad. Wien, math.-naturw. Kl., LXXVIII., 1905. — Solms-Laubach H., Der tiefschw. *Psar. Haiding.* usw. Zeitschr. f. Bot., III., 1911.

Einzige Familie: **Marattiaceae**[72]). (Abb. 242.)

Tropenbewohner. *Danaea* (Abb. 242, Fig. 12) (= *Misonymus*). Synangien mit apikalen Öffnungen der Fächer, fast die ganze Unterseite der fertilen Blätter bedeckend. Neotropisch.

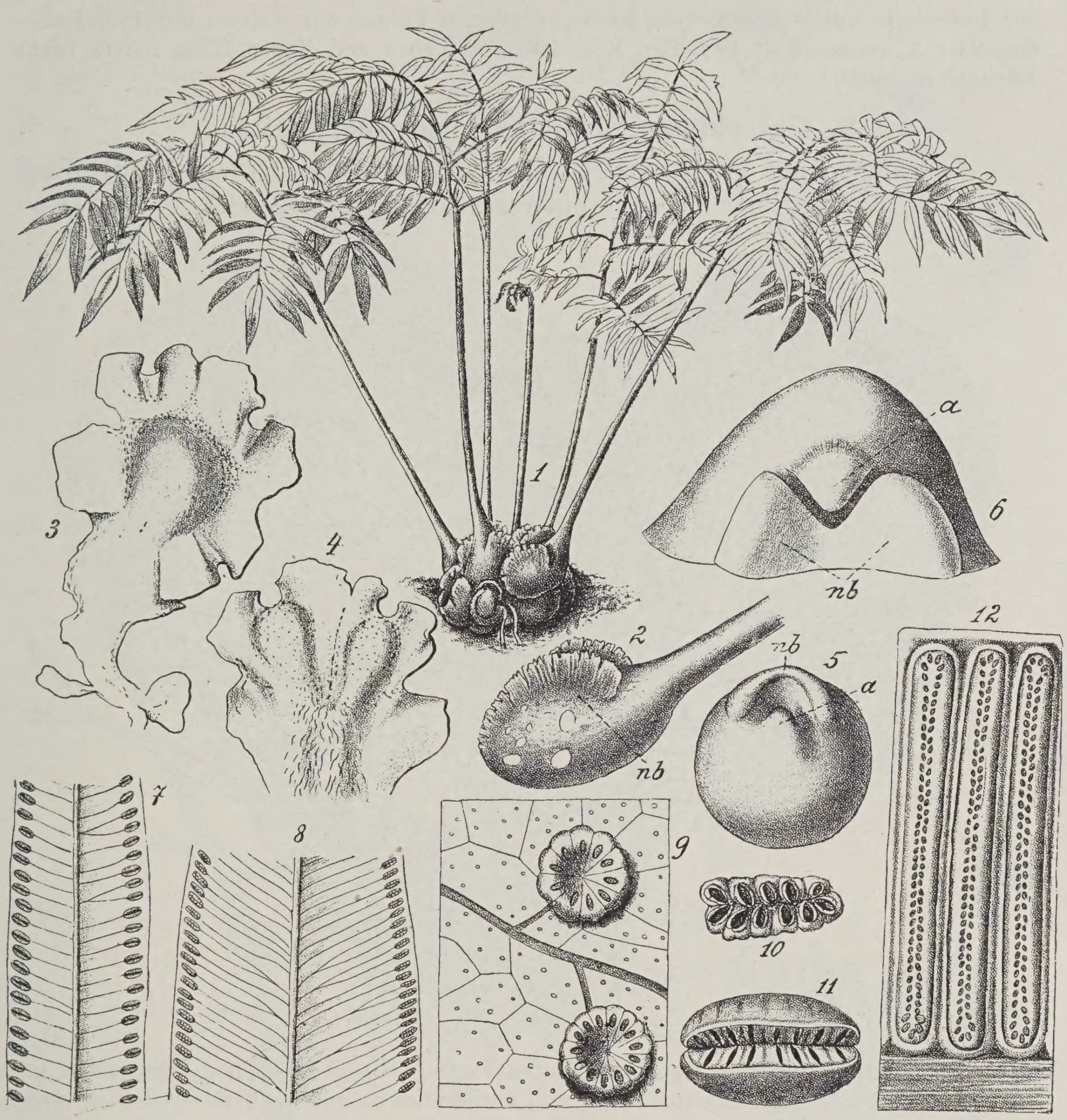


Abb. 242. *Marattiales.* — Fig. 1. *Angiopteris evecta*; stark verkl. — Fig. 2. Blattstielbasis mit „Nebenblättern" (*nb*) davon; verkl. — Fig. 3. Prothallium von *Marattia Douglasii.* — Fig. 4. Stück eines solchen von der Unterseite gesehen; 2fach vergr. — Fig. 5 u. 6. Blattanlagen von *Angiopteris evecta, a* Anlage der Lamina, *nb* der „Nebenblätter"; 20fach vergr. — Fig. 7. Blattstück von *Marattia fraxinea*; nat. Gr. — Fig. 8. Dasselbe von *Angiopteris evecta*; nat. Gr. — Fig. 9. Von *Kaulfussia aesculifolia*; vergr. — Fig. 10. Synangium von *Angiopteris.* — Fig. 11. Von *Marattia.* — Fig. 12. Synangien von *Danaea*; vergr. — Fig. 1, 2, 7, 8, 10—12 Originale, Fig. 3 u. 4 nach Campbell, 5 u. 6 nach Bower, 9 nach Bitter in Natürl. Pflanzenfam.

---

[72]) De Vriese W. H. et Harting P., Monogr. d. Marattiacées. Leiden und Düsseldorf 1853. — Bower F. O., Stud. in the morph. of spore-prod. memb. III. Phil. Transact. Roy. Soc., 1897. — Bitter G. in Engler u. Prantl, Natürl. Pflanzenfam., I. T., 4. Abt.,

— *Marattia* (Abb. 242, Fig. 7 u. 11). Synangien oval, zweiklappig aufspringend, an der Innenseite mit den Längsspalten der Fächer. Paläotropisch: *M. fraxinea*; neotropisch: *M. cicutifolia*. — *Kaulfussia*. Synangien kreisrund mit Längsspalten der Fächer (Abb. 242, Fig. 9). *K. aesculifolia*. — *Angiopteris*. Sporangien fast frei, in elliptischen Synangien, an der Innenseite aufspringend. Den leptosporangiaten Farnen am meisten ähnelnd. Paläotropisch: *A. evecta* (Abb. 242, Fig. 1, 2, 10). Blattkissen und Nebenblätter liefern leicht Adventivsprosse[73]).

2. Unterklasse. Filicinae leptosporangiatae.

Sporangien aus einer einzigen Blattepidermiszelle hervorgehend. Wand des reifen Sporangiums nur aus einer Zellschicht bestehend.

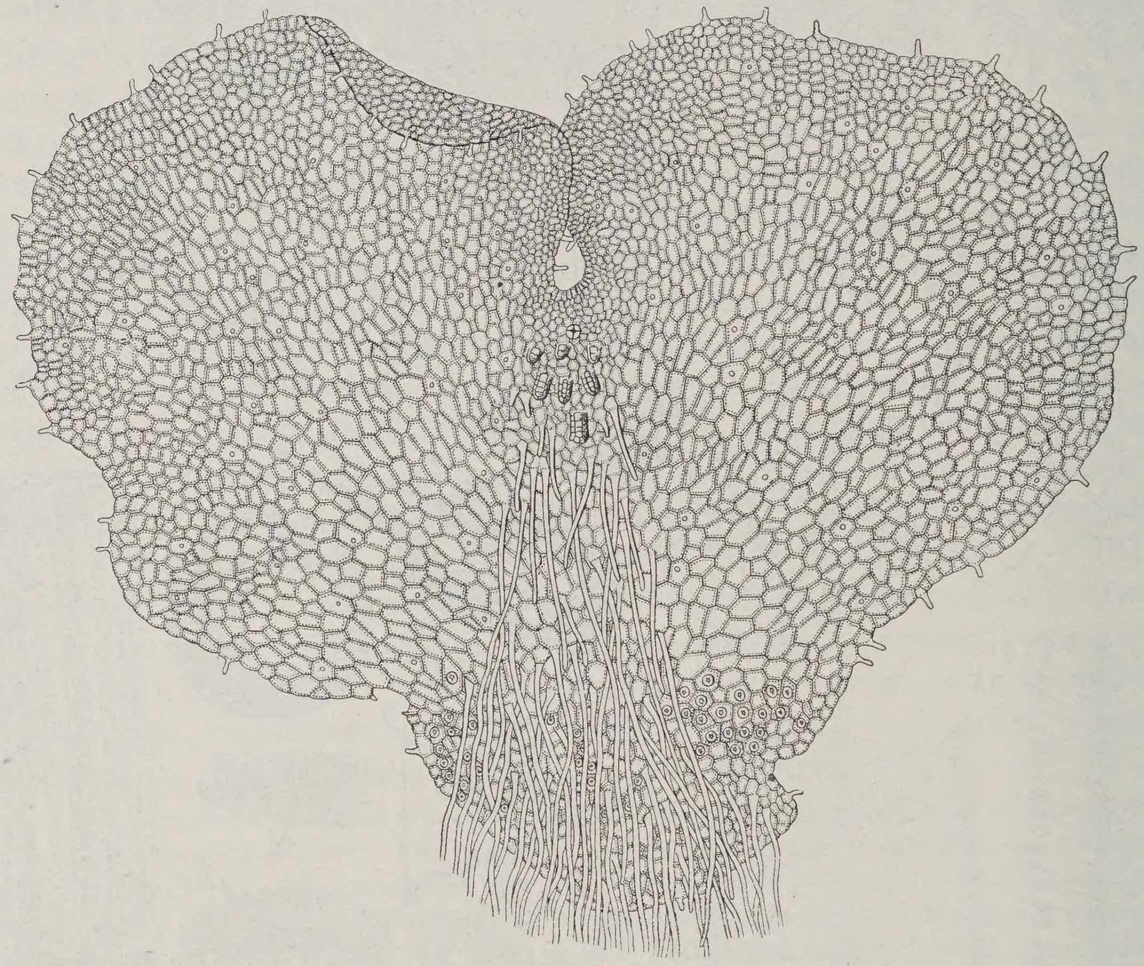


Abb. 243. Prothallium eines leptosporangiaten Farnes (*Dryopteris*) von der Unterseite gesehen, mit Rhizoiden, Archegonien im oberen, Antheridien im unteren Teile. — 25fach vergr. — Nach Kny.

1. Ordnung. ***Filicales,*** Farne im engeren Sinne.

Prothallium chlorophyllhaltig, meistens flach, herzförmig, die

1900 und die dort zitierte Literatur. — Shove R. F., On the struct. of the stem of *Angiopt.* Ann. of. Bot., XIV., 1900. — Brebner G., On the anat. of *Danaea* and oth. *Marattiac.* Ann. of Bot., XVI., 1902. — Gwynne-Vaughan D. T., On the anat. of *Archangiopt.* Ann. of Bot., XIX., 1905. — Campbell D. H., in Ann. jard. bot. Buitenz., XXII., 1908. — West C., A contrib. to the stud. of *Marattiac.* Ann. of Bot., XXXI., 1917. — Hayata B., *Protomarattia*, a new gen. ef *Maratt.* Bot. Gaz., LXVII., 1919. — Hieronymus G., Bem. z. Kenntn. d. Gttg. *Angiopt.* Hedwigia, LXI., 1919.

[73]) Raciborski M. in Anz. Akad. d. Wiss. Krakau, 1902.

Geschlechtsorgane auf der Unterseite tragend (Abb. 243). Die Entwicklung[74]) beginnt oft mit einem fadenförmigen, dem Protonema der Bryophyten

Abb. 244. Prothalliumbildungen von leptosporangiaten Farnen. — Fig. 1. Prothallium von *Trichomanes rigidum* mit Archegoniophoren, von denen der untere bereits einen kleinen Sporophyten trägt; 40fach vergr. — Fig. 2. Prothallium von *Hymenophyllum dilatatum*; 10fach vergr. — Fig. 3—6. Entwicklung des Prothalliums von *Polypodium vulgare*; Fig. 3 u. 4 Keimungsstadien; Fig. 5 Stadium mit Scheitelzelle; Fig. 6 Stadium mit Meristem; stark vergr. — Fig. 7. Prothallium von *Vittaria amboinensis* mit beginnender Verzweigung; stark vergr. — Fig. 8. Stück des Randes vom Prothallium von *Vitt. elongata* mit Brutkörpern; stark vergr. — Nach Goebel.

[74]) Vgl. Jakowatz A., Vergleichende Unters. an Farnproth. Sitzber. d. Akad. Wien, CX. Bd., 1901. — Lampa E., Üb. d. Entw. einiger Farnproth. A. a. O., CX. Bd., 1901

homologen Anfangsstadium. Seltener sind mannigfach gelappte oder fadenförmige, verzweigte, die Geschlechtsorgane an eigenen vielzelligen Abschnitten tragende Prothallien (letzteres bei den *Hymenophyllaceae*) (Abb. 244). Bei manchen Formen entstehen Brutkörper an den Prothallien (Abb. 244, Fig. 8). Archegonien und Antheridien eingesenkt oder wenig aus dem Prothallium hervorragend (Abb. 245)[75]. Ausnahmsweise kommt es zur Ausbildung beblätterter Pflanzen auf dem Prothallium ohne Befruchtung (Apogamie)[76];

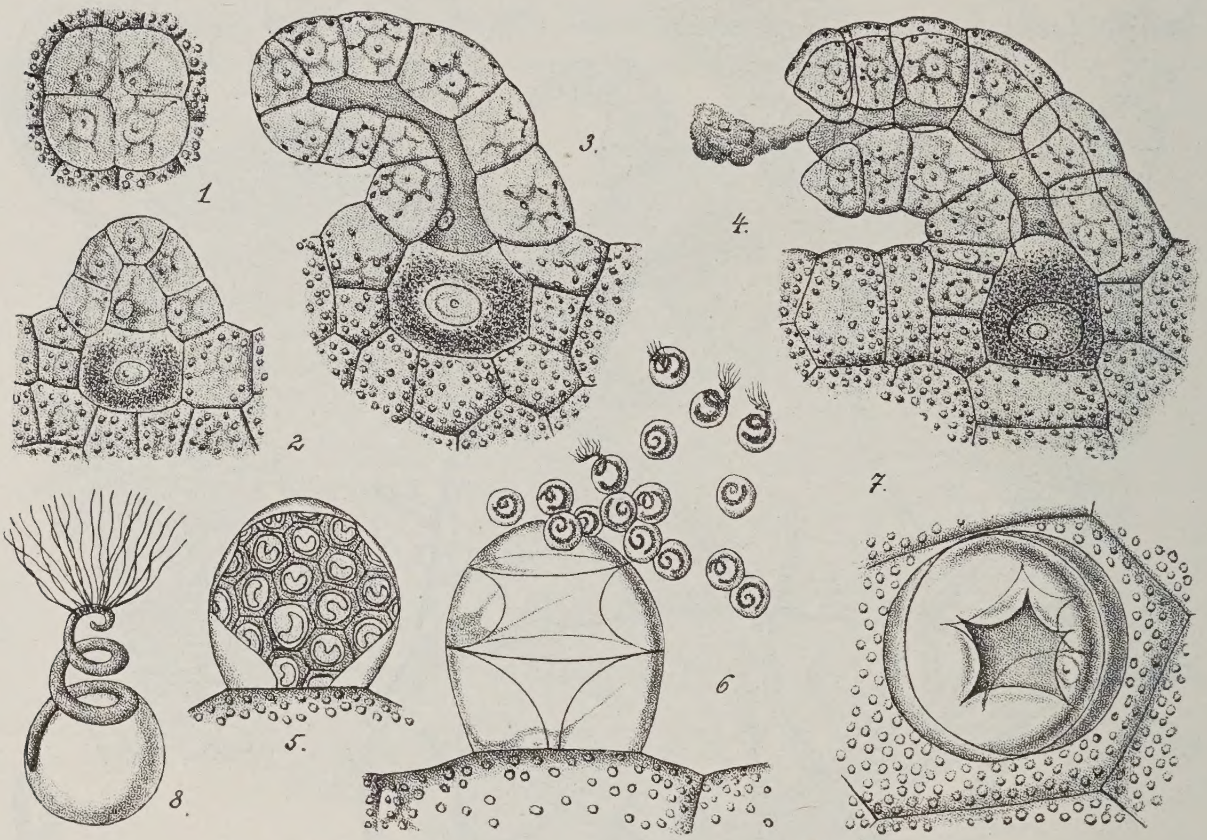


Abb. 245. Archegonien und Antheridien von *Dryopteris Filix mas.* — Fig. 1—4. Entwicklung des Archegoniums. — Fig. 5. Reifes Antheridium. — Fig. 6. Dasselbe im Momente der Entleerung. — Fig. 7. Dasselbe entleert, von oben. — Fig. 8. Spermatozoid. — Alle Figuren stark vergr. — Nach Kny.

dabei kann der ganze Sporophyt so reduziert sein, daß scheinbar Sporangien direkt am Prothallium entstehen (Abb. 247).

und die in beiden Arbeiten zit. Literatur. — Perrin G., Rech. s. l. proth. d. Polypod. Thèse fac. d. sc. Paris, 1908. — Schussnig B., Die Entw. d. Proth. v. *Anogr. leptoph.*, Österr. bot. Zeitschr., 1913.

[75]) Über den Bau der Sexualorgane u. den Befruchtungsvorgang vgl. Yamanouchi S., Spermatogen., oog. and fert. in *Nephrodium.* Bot. Gaz., XLV., 1908, u. die dort zitierte Literatur.

[76]) Über Apogamie und Aposporie der Farne vgl.: De Bary A. in Bot. Ztg., 1878. — Bower F. O., On apospory and allied phenomena. Transact. of Linn. Soc., ser. 2., vol. II., 1881—87. — Lang W. H., On apogamy and the devel. of sporang. upp. Fern.-proth. Phil. Transact. Roy. Soc., ser. B., 190., 1898. — Farmer J. B., Moore J. E. S., Digby L., On the cytol. of apog. a. aposp. Proc. of the Roy. Soc. Lond., LXXI., 1903; Ann. of Bot., XXI., 1907. — Goebel K., in Flora, 95. Bd., 1905. — Woronin H., in Flora, 98. Bd., 1908. — Mottier D. M., Beob. üb. einige Farnproth. Jahrb. f. wiss. Bot., LVI., 1915.

Die normale Entwicklung des Sporophyten erfolgt nach Befruchtung der Eizelle eines Archegoniums (Abb. 246); zumeist entsteht auf jedem Prothallium nur ein Sporophyt, dessen Anlage bald Gliederung in die primäre Wurzel, in den der Ernährung des Embryo dienenden „Fuß", in die Sproßanlage und in das erste, von den späteren Blättern abweichende Blatt

Abb. 246. Archegonienbildung, Spermatozoidenbau und Befruchtung von *Dryopteris mollis*. — Fig. 1 u. 2. Spermatozoid, noch in der Mutterzelle. — Fig. 3. Spermatozoid. — Fig. 4 bis 7. Entwicklung des Archegoniums; *h* Halskanalzellen, *bk* Bauchkanalzelle, *ez* Eizelle. — Fig. 8 u. 9. Befruchtungsvorgang, *sp* Spermatozoid. — Stark vergr. — Nach Yamanouchi.

(Cotyledo) zeigt (Abb. 248). Stamm aufrecht, allseits Blätter und Wurzeln abgebend und dabei oft beträchtliche Dimensionen erlangend (Baumfarne) oder rhizomartig, mehr minder horizontal verlaufend und dann im oberen Teile Blätter, im unteren Wurzeln abgebend oder endlich klimmend. Scheitelzelle wenigstens anfangs stets vorhanden. Verzweigungen in bezug auf den Ort des Auftretens vom Blatte meist unabhängig, in der Regel spärlich und

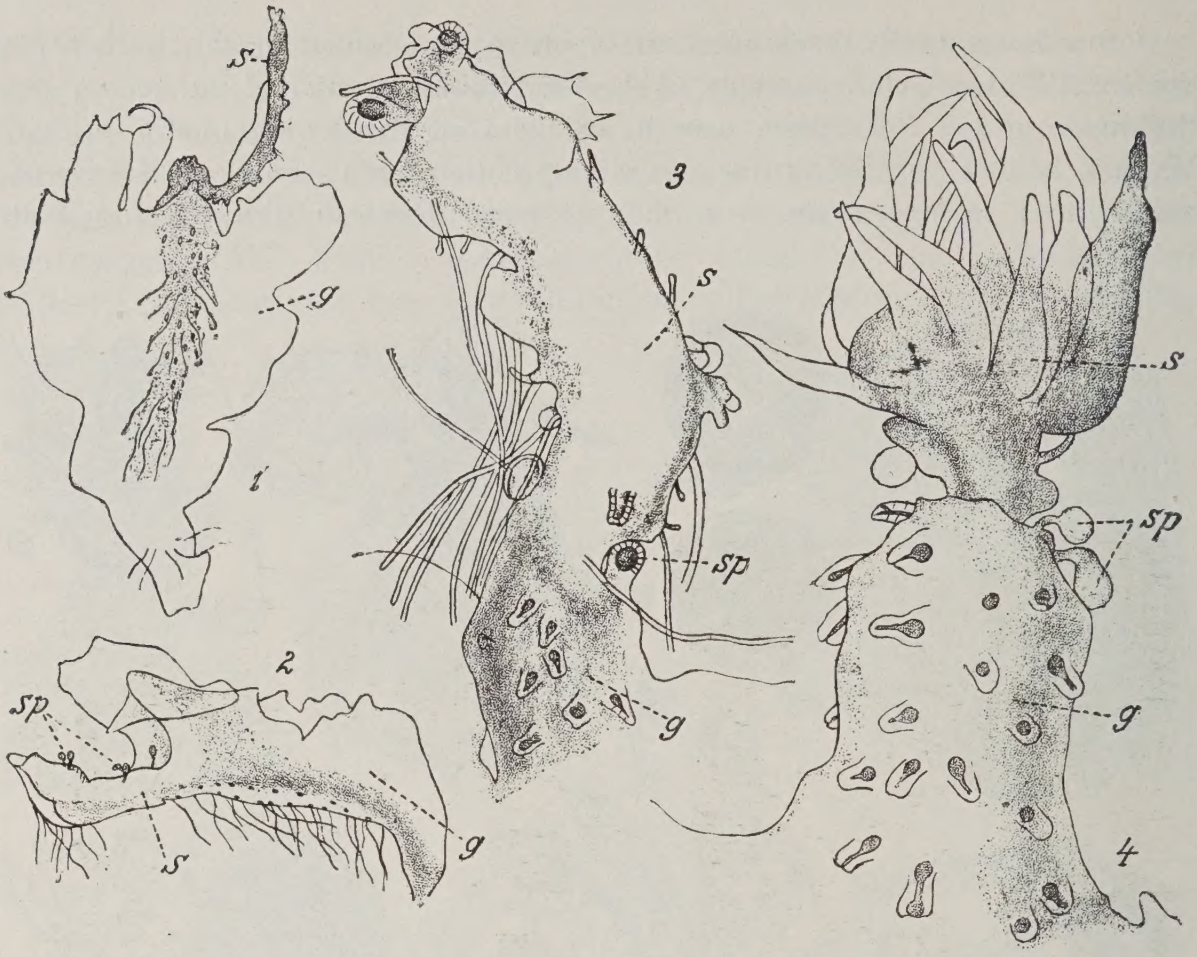


Abb. 247. Abnorme Ausbildung des Sporophyten bei Farnen. Reduktion desselben, so daß die Sporangien direkt auf dem Prothallium zu entspringen scheinen. — Fig. 1 bis 3. *Dryopteris dilatata.* — Fig. 4. *Phyllitis Scolopendrium.* — *g* bedeutet in allen Fällen den Gametophyten oder Teile desselben, *s* den Sporophyten, *sp* Sporangien. — Etwas vergr. — Nach Lang.

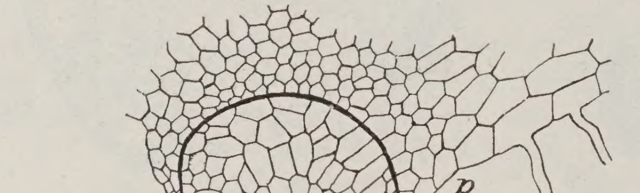


Abb. 248. Anlage des Sporophyten von *Pteridium aquilinum* an der Unterseite des Prothalliums *p*; *w* Wurzelanlage, *s* Sproßanlage, *b* Cotyledo; der an das Prothallium angrenzende Teil ist der Fuß; stark vergr. — Nach Hofmeister.

vielfach den Charakter von Regenerations- oder Vermehrungssprossen besitzend.

Leitbündel des Stammes niemals mit sekundärem Dickenwachstum, entweder nur einen zentralen Strang bildend (Jugendformen, *Hymenophyllaceae,* einzelne *Schizaeaceae)* oder (häufiger) einen mannigfach durchbrochenen Hohlzylinder bildend, von welchem am Grunde von Lücken Stränge in die Blätter abgehen, die oft noch ein größeres Stück im Stamme verlaufen und ein Strangsystem der Rinde (Abb. 249, Fig. 2 *b*) bilden; bei manchen Formen kommen noch Bündel im zentralen Mark hinzu (Abb. 249, Fig. 2 *l*).

Blätter (Wedel) in der Jugend eingerollt und zumeist, gleichwie die Stämme, mit schuppen-, seltener haarförmigen Trichomen (Spreuschuppen) bedeckt; meist im Verhältnis zum Stamme groß, häufig geteilt, mit lange andauerndem Spitzenwachstum. Alle Blätter gleich oder die sporangientragenden (Sporophylle) von den sterilen (Trophophylle) verschieden; auch bei den Trophophyllen kommt wieder zuweilen Dimorphismus vor (z. B. humus- und wassersammelnde Nischenblätter und assimilierende Trophophylle bei Epiphyten; Abb. 250, Fig. 1 u. 2). Von assimilierenden Blattfiedern durch feinere Teilung und anderen Bau abweichende, basale Fiedern werden als Aphlebien[77]) bezeichnet *(Cyatheaceae)*. Aufbau der Blätter anfangs (seltener dauernd) durch eine Scheitelzelle, später meist

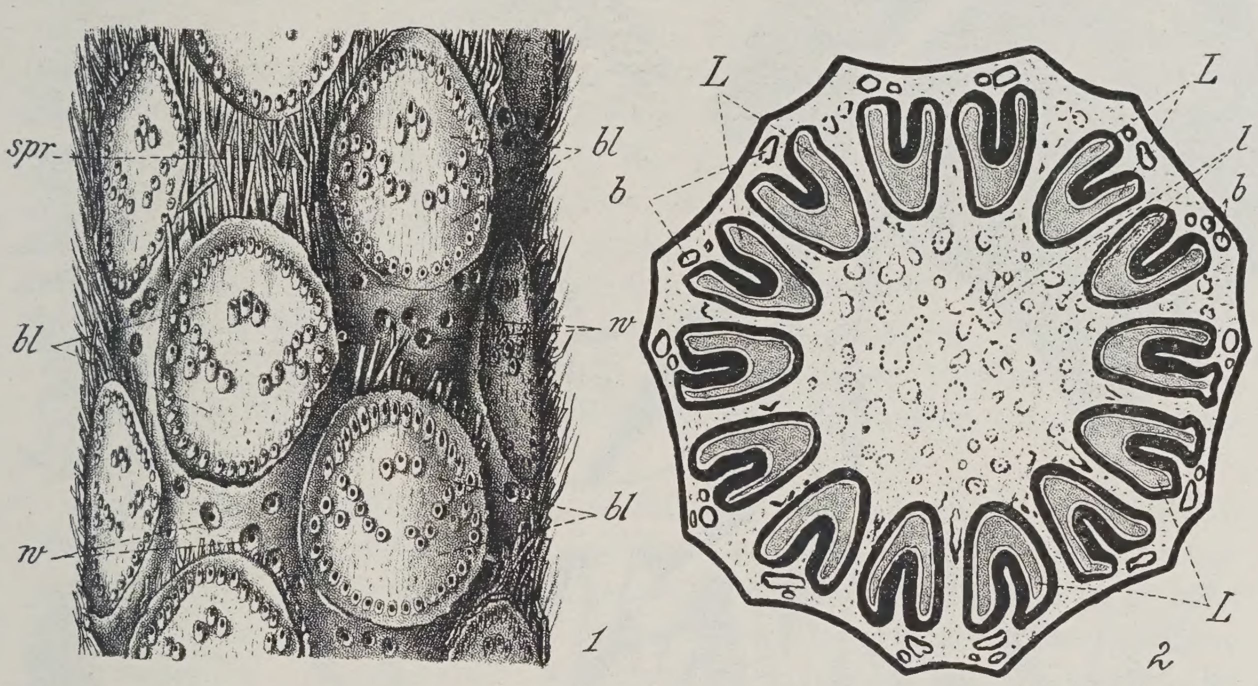


Abb. 249. Stamm einer *Alsophila*. — Fig. 1. Oberflächenansicht, *bl* Blattnarben, *w* Wurzelnarben, *spr* Spreuschuppen; etwas verkl. — Fig. 2. Querschnitt. *L* Leitbündel des den Stamm durchziehenden Hohlzylinders, *l* akzessorische Bündel im Mark, *b* in die Blätter einlaufende Bündel; etwas verkl. — Original.

Randmeristem. Verlauf der Leitbündel im Blatt außerordentlich mannigfach und systematisch verwertbar[78]) (Abb. 251). In anatomischer Hinsicht sind die Blätter von jenen der Blütenpflanzen schon wenig verschieden.

Primäre Wurzeln nur an jungen Pflanzen; später vorherrschend Adventivwurzelbildung; solche hüllen über den Boden hervorragende Stämme oft vollständig ein; Wurzeln fehlen vielen Hymenophyllaceen. Umbildung von Wurzelspitzen in Stammscheitel kommt vor, ebenso auch Sproßbildung an Blattenden.

---

[77]) Potonié H., Zur Phys. u. Morph. d. foss. Farn-Aphleb. Ber. d. d. bot. Ges., XXI., 1903. — Vergl. auch Goebel K., Organograph. 2. Aufl., II., S. 1059. 1918.

[78]) Ettingshausen C. v., Beitr. zur Kenntn. d. Flächenskelette d. Farnkräuter. 2 Bde. Wien 1864.

Abb. 250. Blattdimorphismus bei Farnen. — Fig. 1. *Platycerium Willinki*; Nischenblätter (*N*) und assimilierende Blätter; verkl. — Fig. 2. *Drynaria quercifolia*, Nischenblätter (*N*) und ein Sporophyll; verkl. — Fig. 3. *Rhipidopteris foeniculacea* mit einem sterilen (*st*) und einem fertilen (*f*) Blatte; verkl. — Fig. 4. *Cyclophorus serpens*; verkl. — Fig. 5. *Drymoglossum carnosum*; verkl. — Fig. 6. *Struthiopteris germanica*; verkl. — In Fig. 4 bis 6 bedeuten die Buchstaben dasselbe wie in Fig. 3. — Fig. 1 nach Goebel, 2 Original, 3 u. 4 nach Hooker und Greville, 5 u. 6 modif. nach Diels in Natürl. Pflanzenfam.

Die Sporangien (Sporotheken) gehen aus Epidermiszellen hervor; dieselben befinden sich an der Oberfläche von Gewebepartien des Blattes, welche mit Leitbündeln in Verbindung stehen und häufig eine bedeutende Vergrößerung erfahren (Receptaculum). Zumeist stehen die Sporangien in Gruppen (Sporangienhäufchen, Sorus), welche durch verschiedenartige Schutzorgane bedeckt sind. Als solche können der umgekrümmte Blattrand, hautartige Epidermiswucherungen oder Emergenzen (Indusien) fungieren. Abb. 252 gibt eine Übersicht häufiger Sorus- und Indusiumformen. Durch Zusammenfließen von Sporangienhäufchen entsteht der Cönosorus.

Das einzelne Sporangium weist je nach der Familienzugehörigkeit große Verschiedenheiten auf. Im allgemeinen besteht es aus einer Wand, die von einer Zellschichte gebildet wird, aus dem Tapetum und aus dem sporogenen Gewebe, in dessen Zellen die Sporen zu vier entstehen. Die Zellen der Wand weisen meist einen Dimorphismus auf, der mit dem Öffnen der Wand im Zusammenhange steht; ein Teil der Zellen fällt durch die starke Verdickung der radialen und zentralen Wände auf und bildet den Ring (Annulus). Beim Austrocknen werden infolge des Kohäsionszuges des schwindenden Wassers die nicht verdickten Außenwände des Annulus nach innen eingestülpt, die dadurch hervorgerufene periphere Verkürzung des Ringes bringt schließlich die Wand an einer schon vorgebildeten Stelle (Stomium) zum Aufreißen[79]). Zwischen den Sporangien oft haarförmige Paraphysen.

Zuweilen kommt es zur Ausbildung von Prothallien aus Blattabschnitten (z. B. *Polystichum angulare* f. *pulcherrima*, *Phyllitis Scolopendrium* f. *crispa*, *Trichomanes Kraussii*, *Asplenium dimorphum* u. a.) oder Sporangien (z. B. *Athyrium Filix femina* f. *clarissima*) ohne vorhergegangene Sporenbildung (Aposporie). Vegetative Vermehrung durch blattbürtige Sprosse, durch Adventivsprosse überhaupt, Ausläufer (u. zw. Sproßausläufer bei *Nephrolepis*, *Onoclea* u. a. oder Blattausläufer bei *Aneimia*- u. *Asplenium*-Arten u. a.) u. dgl. nicht selten (Abb. 254)[80]).

Über die mutmaßliche Ableitung der leptosporangiaten Filicinen von den eusporangiaten vgl. S. 355. Wenn wir diesen Entwicklungsgang annehmen, so charakterisiert ihn einerseits die fortschreitende Ausgestaltung von Stamm, Wurzel und Wedeln, anderseits und insbesondere die Auflösung der vielfächerigen Sporangien in zahlreiche einfachere sporenerzeugende Gebilde; das letztere ist ein Vorgang, der infolge der dadurch erhöhten Sicherung der Fortpflanzung biologisch verständlich erscheint und Analogien in der Vermehrung der sporangientragenden Blätter bei den Lycopodiaceen und in der Auflösung der großen Antheridien der Bryophyten in zahlreiche einfachere Antheridien bei den Pteridophyten hat. Bei dieser Auffassung bilden die *Marattiales* einen natürlichen Übergang von

---

[79]) Vgl. Steinbrinck C., Kohäsions- u. hygrosk. Mech. Ber. d. deutsch. bot. Ges., XXII., 1903. — Ursprung A., Der Öffnungsmech. d. Pteridoph.-Spor. Jahrb. f. wissensch. Bot., XXXVIII., 1903; Beitr. z. Bewegungsmech. d. Pteridoph.-Spor. Ber. d. d. bot. Ges., XXIII., 1904.

[80]) Vgl. Kupper W., Über Knospenbildung an Farnbl. Flora, 96. Bd., 1906, und die dort zit. Literatur.

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15

Abb. 251. Leitbündelverlauf in den Blättern der Farne. — Fig. 1. *Adiantum reniforme.* — Fig. 2. *Polypodium asplenifolium.* — Fig. 3. *Rhipidopteris peltata*, steriler Wedel. — Fig. 4. *Hemionitis palmata.* — Fig. 5. *Adiantum Capillus Veneris.* — Fig. 6. *Adiantum brasiliense.* — Fig. 7. *Polybotrya Lechleriana.* — Fig. 8. *Polypodium pothifolium.* — Fig. 9. *Meniscium reticulatum.* — Fig. 10. *Polypodium laetum.* — Fig. 11. *Pteris polyphylla.* — Fig. 12. *Acrostichum serratifolium.* — Fig. 13. *Drynaria quercifolia.* — Fig. 14. *Polypodium decurrens.* — Fig. 15. *Lomariopsis erythrodes.* — Nat. Gr. — Nach Ettingshausen.

Abb. 252. Sorus- und Indusiumformen der Farne. — Fig. 1 u. 2. *Adiantum.* — Fig. 3. *Lindsaya.* — Fig. 4 u. 5. *Blechnum.* — Fig. 6 u. 7. *Cystopteris.* — Fig. 8 u. 9. *Davallia.* — Fig. 10 u. 11. *Cheilanthes.* — Fig. 12 u. 13. *Pteris.* — Fig. 14 u. 15. *Woodwardia.* — Fig. 16. *Phyllitis.* — Fig. 17 u. 18. *Asplenium.* — Fig. 19. *Dryopteris.* — Fig. 20 u. 21. *Woodsia.* — Fig. 22. *Gymnogramme.* — Fig. 23 u. 24. *Polypodium.* — Alle Figuren etwas vergr. — Modif. nach Luerssen.

den eusporangiaten zu den leptosporangiaten Farnen, von welchen sich an jene zunächst diejenigen Familien anreihen, bei denen die Sporangien in bestimmt geformten Gruppen beisammenstehen und in ihrer Wand eine geringe Differenzierung aufweisen. Die heterosporen *Hydropteridales* schließen sich ungezwungen einzelnen Familien der *Filicales* an. Einige Schwierigkeiten bereitet die Stellung der *Hymenophyllaceae*, die durch die Einfachheit des Baues aller Teile den Eindruck einer relativ ursprünglichen Gruppe machen und vielfach auch für eine solche gehalten wurden. Es spricht aber doch mehr dafür, daß die Einfachheit des Baues hier auf Rückbildung beruht, welche mit Anpassung an bestimmte Lebensbedingungen (die meisten *H.* sind Bewohner feuchtwarmer Tropengebiete) im Zusammenhange steht.

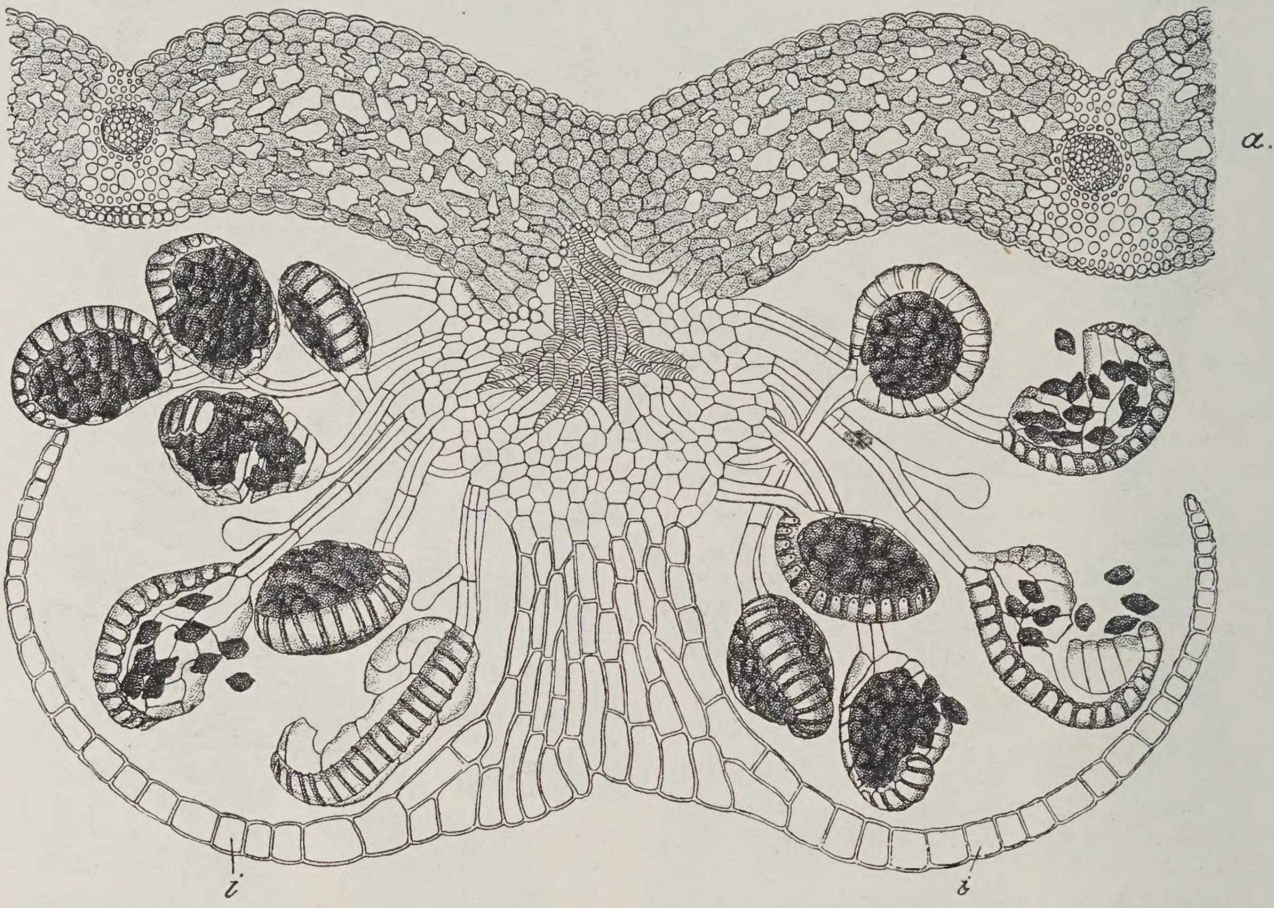


Abb. 253. Querschnitt durch einen Sorus von *Dryopteris Filix mas*; *a* Blattgewebe, *i* Indusium. — Stark vergr. — Nach Kny.

Die hier vertretene Auffassung von dem entwicklungsgeschichtlichen Zusammenhange der Filicinen steht mit ihrem Auftreten in geologischen Ablagerungen in voller Übereinstimmung. Das hohe Alter der eusporangiaten Formen wurde schon (S. 355) erwähnt. Die Osmundaceen, welche wir diesen anschließen, gehören zu den ältesten Farntypen (Karbon), ihnen folgen Gleicheniaceen und Schizaeaceen; sichere Polypodiaceen treten erst im Tertiär auf. Fossile Hymenophyllaceen sind überhaupt fraglich (*Hymenophyllitis* aus dem Karbon).

Die entwicklungsgeschichtliche Stellung der einzelnen Gruppen hat in neuester Zeit insbesondere F. O. Bower[81]) klargestellt. Er hat gezeigt, daß in Bezug auf die Ausbildung des Sorus sich drei Stufen unterscheiden lassen: Die *Simplices*, bei denen die Sporangien eines Sorus gleichzeitig auftreten, die *Gradatae*, bei welchen die Sporangien in basipetaler

---

[81]) Bower F. O., The orig. of a Land Flora, 1908; Stud. in the phylog. of the Filic., III. Ann. of Bot., XXVII., 1913.

Richtung entstehen und die *Mixtae*, bei denen eine solche Regelmäßigkeit fehlt. Durch diese drei Stufen gehen zwei Entwicklungsreihen durch, von denen die eine durch marginal am Sporophyll stehende Sporangien charakterisiert ist, die andere durch flächenständige.

Abb. 254. Vegetative Vermehrung durch Adventivsprosse auf den Wedeln der Farne. — Fig. 1. *Hemionitis palmata.* — Fig. 2. *Asplenium viviparum.* — Fig. 3. *Aspl. celtidifolium.* — Fig. 4. *Cystopteris bulbifera.* — Fig. 5—7. Bulbillen (Adventivsprosse) davon in verschiedenen Entwicklungsstadien. — Fig. 1, 2 u. 4 nat. Gr., 3 etwas verkl., 5—7 etwas vergr. — Originale.

Danach ergibt sich für die Gruppen der *Filicales* nach Bower folgende Übersicht:

	Marginales:	*Superficiales:*
Simplices	*Schizaeaceae*	*Gleicheniaceae* *Matoniaceae*
Gradatae	*Loxsomaceae* *Hymenophyllaceae* *Dicksoniaceae* *Thyrsopteridaceae*	*Cyatheaceae* **Woodsieae* **Onocleinae*
Mixtae	**Davallieae* **Oleandreae*	**Apidieae* **Blechninae* **Asplenieae* **Pterideae*

Unberücksichtigt bleiben dabei die *Osmundaceae*, bei denen die in Betracht kommenden Eigentümlichkeiten noch nicht klar ausgeprägt sind. Die mit einem * bezeichneten Gruppen sind im folgenden als Untergruppen der *Polypodiaceae* aufgefaßt.

Abb. 255. Sporangien und Sori von leptosporangiaten Farnen. — Fig. 1. Wedelabschnitt von *Cyathea elegans* (*Cyatheaceae*). — Fig. 2. *Cibotium Schiedei* (*Cyatheaceae*). — Fig. 3. *Gleichenia polypodioides* mit einem aus drei Sporangien bestehenden Sorus (*Gleicheniaceae*). — Fig. 4. Sporangium von *Cyathea*. — Fig. 5 u. 6. Sporangien von *Todea africana* (*Osmundaceae*). — Fig. 7. *Schizaea dichotoma* (*Schizaeaceae*). — Fig. 8. *Lygodium volubile* (*Schizaeaceae*). — Fig. 9. *Aneimia Mandioccana* (*Schizaeaceae*). — In allen Figuren bedeutet *sp* Sporangium, *i* Indusium, *a* Ring. — Vergr. — Nach Hooker.

1. Familie: **Osmundaceae**[82]). (Abb. 255, Fig. 5 u. 6.) Sporangien sitzend oder fast sitzend, ohne Ring, aber mit einer Gruppe auffallend dick-

[82]) Milde J., Monographia generis *Osmundae*. Wien 1868. — Campbell D. H., On the prothallium and embryo of *Osmunda*. Ann. of Bot., VI., 1892. — Diels L. in Engler

wandiger Zellen, mit Längsriß sich öffnend, zerstreut stehend, oft ganze Blattabschnitte bedeckend. Indusium fehlt. Keine Spreuschuppen, aber an den jungen Blättern häufig schleimabsondernde Haare.

Die Familie zeigt zweifellose Beziehungen zu den eusporangiaten Farnen (an der Ausbildung des Sporangiums ist nicht bloß eine Epidermiszelle beteiligt, langlebige Prothallien, Fehlen des typischen Ringes am Sporangium usw.).

Todea barbara mit sehr dickem, oft über 1 *m* im Durchmesser haltendem kurzem Stamme. Andeutung von „Nebenblättern". Südafrika, Neuseeland, Australien. — *Osmunda regalis* „Königsfarn", weit verbreitet, auch in Europa; Stamm manchmal auch von sehr bedeutender Dicke. *O. Claytoniana*, Südostasien und Nordamerika.

2. Familie: ***Schizaeaceae***[83]). (Abb. 255, Fig. 7—9.) Sporangien sitzend oder fast sitzend, meist einzeln, mit Längsriß aufspringend. Ring kurz, aber deutlich, in der Nähe des Scheitels quer verlaufend. Fertile Blattabschhnitte wesentlich umgestaltet. Haare oder Spreuschuppen.

Schizaea in den Tropen. Blätter aufrecht, an den Enden die gefiederten, fertilen Abschnitte tragend. Prothallien fadenförmig verzweigt. — *Lygodium*. Blätter oft stark verlängert, windend, mit fiederig gestellten Abschnitten. Einzelne Blattabschnitte oder deren Randlappen fertil. Tropisch. — *Aneimia*. Die beiden untersten Abschnitte der gefiederten Blätter fertil. Zahlreiche tropische Arten, einzelne extratropisch. — *Mohria*.

3. Familie: ***Gleicheniaceae***[84]). (Abb. 255, Fig. 3.) Sori mit wenigen Sporangien; diese sitzend, mit Längsriß aufspringend. Ring deutlich, quer verlaufend. Spreuschuppen. Indusien fehlen.

Gleichenia mit lange fortwachsenden, oft klimmenden Blättern mit gefiederten Abschnitten. Die Enden der Blätter verweilen oft längere Zeit im Knospenzustande und setzen erst nach einer Vegetationsruhe den Aufbau fort. Verbreitet in den Tropen; oft Dickichte bildend, viele xerophytisch.

4. Familie: ***Matoniaceae***[85]). Der vorigen Familie sehr ähnlich. Sporangien mit schief verlaufendem Ringe und schiefem Riß. Indusium vorhanden. — Prothallien unbekannt.

Matonia. Tropisches Asien. — In früheren Erdperioden bis zurück zur rhaetischen Formation reich gegliedert.

---

u. Prantl, Natürl. Pflanzenfam., I. T., 4., 1900. — Faull J. H., The anat. of the *Osmundac.* Bot. Gaz., XXXII., 1911. — Seward A. C. and Ford S. O., The anat. of *Todea*. Transact. Linn. Soc. Lond., 1902. — Kidston R. a. Gwinne-Vaughan D. T., On the foss. Osmund. I.—V. Transact. Roy. Soc. Edinb., XLV.—L., 1907 bis 1914. — Sinnot E. W., Foliar gaps in the *Osmund.* Ann. of Bot., XXIV., 1910.

[83]) Prantl K., Unters. zur Morphol. der Gef.-Krypt. II. Die *Schizaeaceae*. Leipzig 1881. — Diels L. in Engler u. Prantl, Natürl. Pflanzenfam., I., 4. Abt., 1899—1900. — Boodle L. A., Anatomy of *Schizaeaceae*. Ann. of Bot., XV., 1901. — Britton E. G. a. Taylor A., Life-hist. of *Schizaea pus.* Bull. Torr. Bot. Cl., XXVIII., 1901. — Thomas A. P. W., An Alga-like Fernproth. Ann. of Bot., XVI., 1901. — Binford R., The devel. of the sporang. of *Lygod.* Bot. Gaz., 1907. — Richter A., Phylog.-taxon. Studien über *Schizaea*. Math. u. naturw. Ber. aus Ungarn., XXX., 1914.

[84]) Diels L., a. a. O. — Boodle L. A., On the anat. of the *Gleich.* Ann. of Bot., XV., 1901.

[85]) Diels L., a. a. O. — Sewart A. C., The struct. and affin. of *Matonia pect.* Philos. Transact., 1899. — Tansley A. G. and Lulham B. B. J., A stud. of the vascul. syst. of *Mat. pect.* Ann. of Bot., XIX., 1905.

5. Familie: **Loxsomaceae**[86]). Im Bau des Sorus der folgenden Familie nahestehend. Sporangium mit Längsriß aufspringend.

Loxsoma Cunninghami in Neuseeland.

6. Familie: **Hymenophyllaceae**[87]). (Abb. 256.) Vielfach zarte, kleine Farne mit Blättern, deren Flächen zwischen den Blattsträngen oft nur aus einer Zellschichte bestehen. Sori am Blattrande mit hervorragendem Blattstrang als Receptaculum und becherförmigem oder lippenförmigem

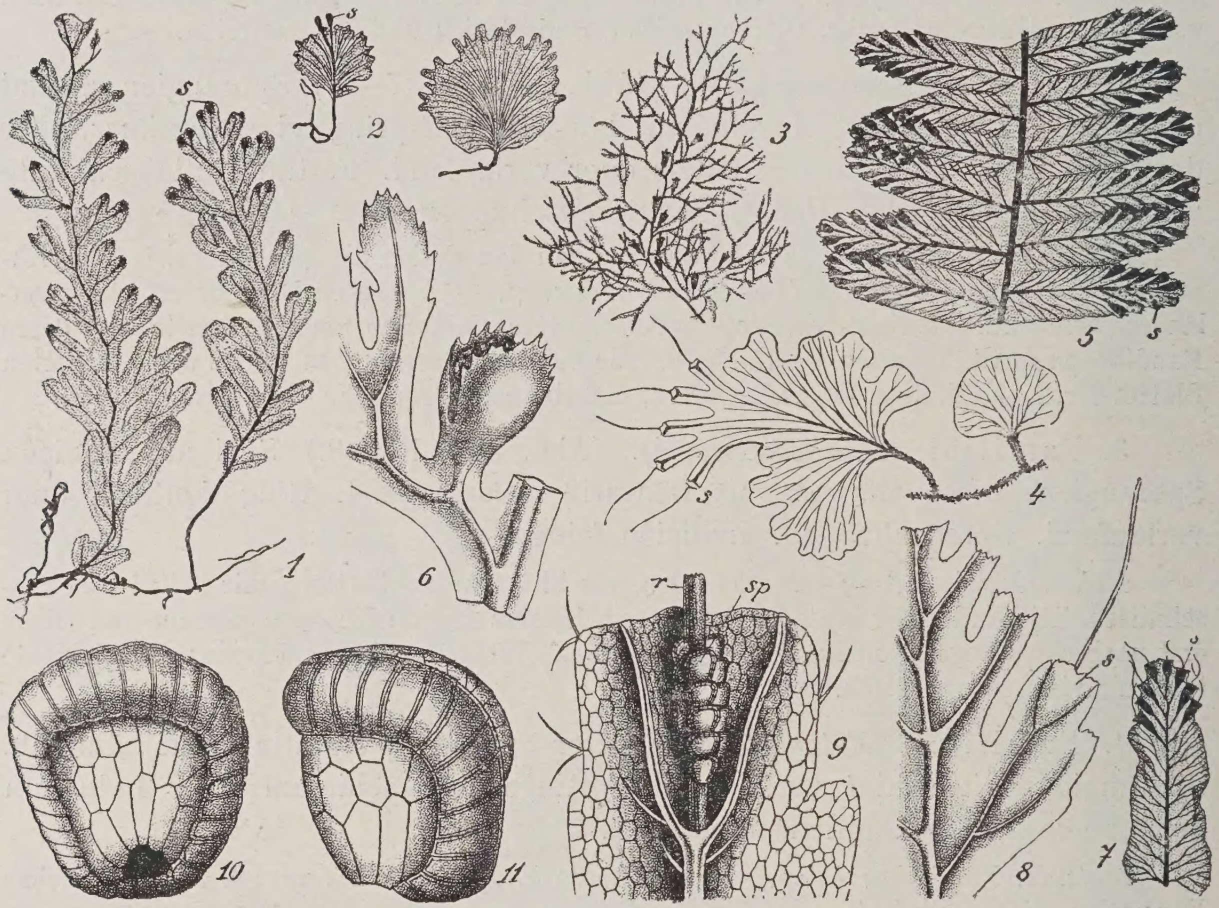


Abb. 256. *Hymenophyllaceae.* — Fig. 1. *Hymenophyllum hirsutum.* — Fig. 2. *Trichomanes sphenoides.* — Fig. 3. *Tr. trichoides.* — Fig. 4. *Tr. cuspidatum.* — Fig. 5. Blattstück von *Tr. plumosum.* — Fig. 6. Sorus von *Hymenophyllum tunbridgense.* — Fig. 7. Blattfieder von *Trichomanes cristatum.* — Fig. 8. Sorus von *T. alatum.* — Fig. 9. Sorus von *T. alatum* mit geöffnetem Indusium, *r* Receptaculum, *sp* Sporangien. — Fig. 10 u. 11. Sporangien von *Hymenophyllum tunbridgense.* — *s* bedeutet in allen Figuren Sorus. — Fig. 1 bis 5 und 7 nat. Gr.; die anderen vergr. — Fig. 1 bis 3, 5 u. 7 nach Ettingshausen, 4 nach Christ, 6, 8 bis 11 nach Luerssen.

Indusium. Sporangien sitzend mit quer oder schief verlaufendem, vollständigem Ringe. Prothallien fadenförmig oder bandförmig.

---

[86]) Diels L., a. a. O., S. 112. — Bommer J. E. und Fournier E., in Bull. d. l. Soc. bot. de Fr., XX., 1873. — Gwynne-Vaughan D. F., Observ. on the anat. of solenost. Ferns. I. Ann. of Bot., XV., 1901.

[87]) Sturm J. W., *Hymenophyllaceae* in Flor. Brasil., fasc. 23 (1859). — Van den Bosch R., Synopsis *Hymenophyllacearum.* Nederl. Kruidk. Arch., IV., 1859. — Mettenius G., Über die Hymenophyllaceen. Abh. d. königl. sächs. Ges. d. Wissensch., VII., 1864. —

Die meisten Arten dieser in den Tropen weit verbreiteten Familie sind epiphytisch und feuchtigkeitsliebend, nur wenige xerophil. Von den auch extratropischen Arten sind insbesondere als Reliktvorkommnisse zu nennen: *Hymenophyllum tunbridgense* vereinzelt in Mittel- und Westeuropa, *H. peltatum* in Großbritannien und Norwegen, *Trichomanes speciosum* in Irland und *Tr. Petersi* in Nordamerika. Auf der südlichen Hemisphäre dringt die Familie weiter in das extratropische Gebiet vor.

Abb. 257. Baumfarne (*Cyatheaceae*) auf. Ceylon. — Nach einer käuflichen Photographie.

7. Familie: **Dicksoniaceae.** Sori randständig an der Spitze von Blattsträngen entspringend, unterhalb derselben je ein zweilappiges Indusium. Sporangien mit schief verlaufenden Ringen.

Prantl K., Unters. zur Morphol. d. Gefäßkryptog. I. Die *Hymenophyllaceae*. Leipzig 1875. — Goebel K., Morphol. u. biol. Not. Ann. d. jard. bot. Buitenz, VII., 1887. — Giesenhagen K., Die Hymenophyllaceen. Flora, 1890. — Boodle L. A., On the anat. of the *Hymenoph.* Ann. of Bot., XIV., 1900. — Sadebeck R. in Engler u. Prantl, Nat. Pflanzenfam., I. 4., 1902. — Karsten G. in Ann. d. jard. bot. Buitenzorg., XII. — Ott E., Anat. Bau d. *Hym.*-Rhizome usw. Sitzber. d. Akad. Wien, CXI. Bd., 1902. — Goddijn W. A., Synops. Hymenophyll. Med. Rijks Herb., Leiden, 1913 ff.

Balantium (z. B. *B. culcita*, Makaronesien) mit rhizomartigem Stamme. — *Dicksonia* (*D. antarctica*, Australien) und *Cíbotium* (z. B. *C. barometz*, trop. Asien) baumförmig. — Die

Abb. 258. *Cyatheaceae.* – *Cyathea Caesariana* im subtropischen Regenwalde in Südbrasilien. – Original.

langen Haare, welche die Stammscheitel, besonders von *Cibotium*-Arten, einhüllen, werden analog wie Watte auch als Verbandmittel verwendet („Penghawar Djambi", „Paleae haemostaticae").

8. Familie: ***Thyrsopteridaceae.*** Der vorigen Familie ähnlich, aber Indusium fast kugelig mit Mündung am Scheitel.

Thyrsopteris elegans auf Juan Fernandez.

9. Familie: ***Cyatheaceae***[88]). (Abb. 255, Fig. 1 u. 2, Abb. 257 u. 258.) Sori mit zahlreichen Sporangien, nie an den Blatträndern, sondern auf den Blattflächen, zumeist mit unterständigem, becherförmigem oder schuppen-

Abb. 259. *Polypodiaceae.* — Fig. 1. *Dryopteris Filix mas*; verkl. — Fig. 2. *Polypodium vulgare;* verkl. — Fig. 3. *Phyllitis Scolopendrium*; verkl. — Original.

förmigem Indusium. Sporangien oft sitzend. Ring vollständig, schief verlaufend. Querriß.

Vielfach baumförmige Farne der Tropen und Subtropen mit großen Blättern. — *Cyathea* mit becherförmigem Indusium, z. B. *C. dealbata* (Neu-Seeland). — *Alsophila* ohne Indusium, z. B. *A. australis* (Süd-Australien). — *Hemitelia*, mit schuppenförmigem Indusium, z. B. *H. capensis* mit Aphlebien.

10. Familie: ***Polypodiaceae***[89]). (Abb. 259 und 260.) Sori zumeist mit zahlreichen Sporangien, nackt oder mit verschieden gestalteten Indusien.

[88]) Bommer J. E., Revue et classific. d. Cyatheacées. Bull. Soc. bot. Fr., XX., 1873. — Diels L., a. a. O., 1899. — Bower F. O., The origin of a Land Flora, 1908. — Conard H. S., The struct. and life hist. of the hayscented fern. Publ. Carneg. Instit., 1908.

[89]) Diels L., a. a. O. — Schnarf K., Beitr. z. Kennt. d. Sporangienwandbaues der *Polyp.* usw. Sitzungsber. d. Akad. Wien, CXIII., 1904. — Lagerberg T., Zur Entw. d.

Sporangien gestielt. Ring vertikal, unvollständig, d. h. an der Basis des Sporangiums unterbrochen. Riß quer verlaufend.

Formenreichste Familie von großer Verbreitung. Baumförmige Formen selten.

Die Familie macht keinen einheitlichen Eindruck; sie dürfte Formen verschiedener Herkunft umfassen. Die Untergruppen A und B gehören nach Bower (vgl. S. 373) zu den *Gradatae-Superficiales*, alle anderen zu den *Mixtae*, dabei C und D zu den *Marginales*, die übrigen zu den *Superficiales*.

A. *Woodsieae*. Sori mit schuppenförmigem oder becherförmigem, unterständigem Indusium auf der Blattunterseite. Fertile Wedel oder Wedelabschnitte von den sterilen nicht verschieden. — *Cystopteris* (*C. fragilis* fast extratropisch kosmopolitisch), *Woodsia*.

B. *Onocleeae*. Wie vorige. Fertile Wedel von den sterilen verschieden. — *Struthiopteris*[90]) *germanica* (Abb. 250, Fig. 6). Europa, Asien, Nordamerika. — *Onoclea sensibilis*, Ostasien, atl. Nordam.

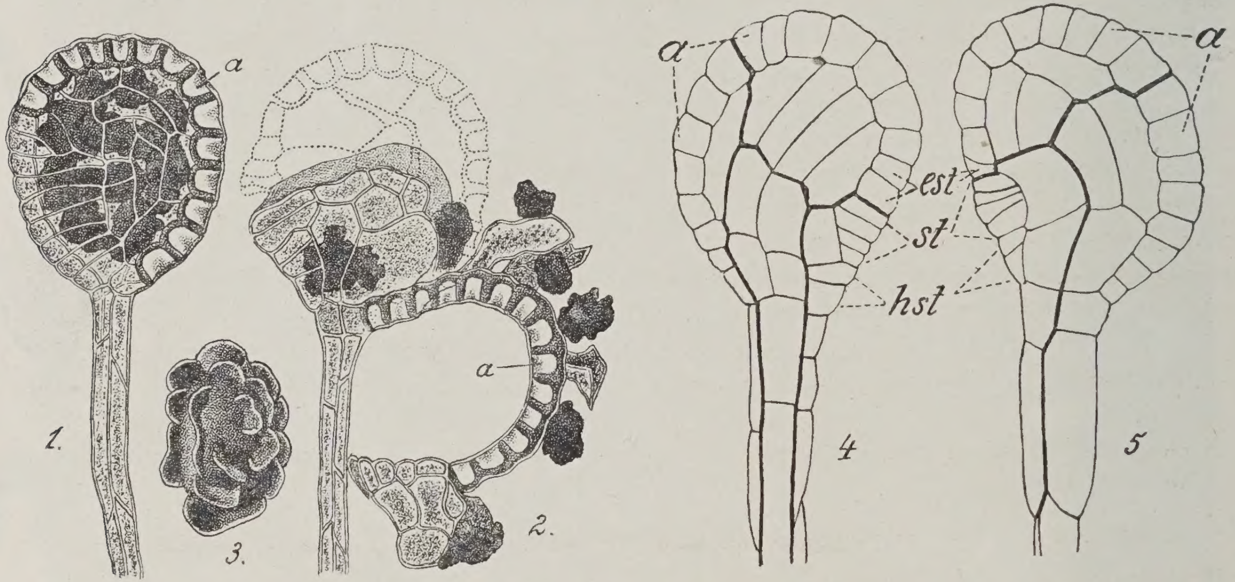


Abb. 260. Sporangiumbau der Polypodiaceen. — Fig. 1—3. *Dryopteris Filix mas*; Fig. 1 reifes, aber noch geschlossenes Sporangium, Fig. 2 dasselbe aufgesprungen, Fig. 3 Spore. — Fig. 4 u. 5. Sporangium v. *Blechnum occidentale*, schematisch dargestellt; Fig. 4 bisuturale Seite, Fig. 5 unisuturale Seite; *a* Ring, *est* Epistomzellen, *st* Stomium, *hst* Hypostomzellen. Vergr. — Fig. 1—3 nach Dodel-Port, 4 u. 5 nach Schnarf.

C. *Davallieae*. Sori meist mit becher- oder schuppenförmigem Indusium am Blattrande. — *Davallia*, paläotropisch, oft epiphytisch. — *Lindsaya*, *Nephrolepis*[91]), tropisch; *N. cordifolia* und andere Arten mit Knollen (Wasserspeicher) an den rhizomartigen Teilen.

D. *Oleandreae*. Der vorigen ähnlich, aber Wedel ungeteilt. — *Oleandra*, tropisch.

E. *Aspidieae*. Sori rundlich, meist von einem, oft in der Mitte desselben entspringenden oberständigem Indusium (Abb. 253) bedeckt. — *Dryopteris* (*Nephrodium*) mit zahlreichen Arten: *D. Filix mas* (Abb. 259, Fig. 1) auf der nördlichen Hemisphäre sehr verbreitet, „Wurmfarn". Rhizom als „Rhizoma Filicis" vielfach offizinell. — In Europa sonst häufig: *D. spinulosa*, *D. Phegopteris* u. a. — *D. callosa* (Java, Sumatra) mit Schleimabsonderung und Atemorganen an den jungen Blättern. — *Polystichum aculeatum* und *P. Lonchitis* in Europa, wie überhaupt im nördlich extratropischen Gebiete, verbreitet.

Pteridium aquil. Ark. f. Bot., VI., 1906; Morph.-biol. Bemerk. Svensk. bot. Tidskr., 1908. — Pelourde F., Rech. anat. s. l. classif. d. Foug. d. Franc. Ann. sc. nat., IX. Ser., VI., 1906. — Hicken C. M., Un nuevo sist. d. l. Polipod. Apunt. d. hist. nat., I., 1909.

[90]) Wuist E. D., Sex. and developm. of the gametoph. of *Onoclea Struth.* Physiol. Researches, I., 1916.

[91]) Heinricher E., Zur Kennt. d. Farngattg. *Nephrolepis*. Flora, 97. Bd., 1907.

F. *Asplenieae.* Sori seitlich den Blattsträngen aufsitzend, langgestreckt, Indusien seitlich: *Athyrium*, in den Tropen artenreich. *A. Filix femina* in Europa, wie auch sonst in nördlichen extratropischen Gebieten verbreitet; viele Gartenformen. — *Phyllitis* mit ungeteilten Blättern. In Europa *Phyllitis Scolopendrium* (= *Scolopendrium vulgare*; Abb. 259, Fig. 3), „Hirschzunge". — *Asplenium*, eine der artenreichsten Gattungen[92]). In Europa häufig: *A. Ruta muraria*, die „Mauerraute", *A. septentrionale*, *A. Trichomanes* u. a.; alle auch sonst verbreitet. *A. Nidus* (paläotropisch) und *A. serratum* (neotropisch), tropische Epiphyten mit ungeteilten Blättern. — *Blechnum*, artenreich in den Tropen, in Europa verbreitet: *Bl. Spicant* mit dimorphen Blättern. — *Ceterach.*

G. *Pterideae.* Sori parallel mit dem Rande oder nahe demselben verlaufend und oft von diesem bedeckt: *Pteridium aquilinum*, „Adlerfarn", fast Kosmopolit, unter Umständen bedeutende Dimensionen (Blattlänge bis 2 *m*) erreichend. — *Pteris*, artenreichste Gattung besonders in den Tropen. In Gewächshäusern häufig kultiviert: *P. cretica.* — *Adiantum.* Artenreich, besonders im tropischen und subtropischen Amerika. *A. Capillus Veneris*, das „Frauenhaar", in den Tropen der alten Welt, auch im europäischen Mediterrangebiete; die krautigen Teile der Pflanze („Herba Capilli Veneris") werden vielfach medizinisch verwendet. Viele Arten in Gewächshäusern kultiviert. — *Anogramme, Notholaena.*

H. *Vittarieae.* Sori randständig oder parallel zur Mittelrippe. Indusium oft fehlend. — *Vittaria* (tropisch), *Antrophyum* (tropisch).

J. *Polypodieae.* Sori ohne Indusien, rund oder länglich: Artenreichste Gattung *Polypodium*[93]), von sehr verschiedenem Habitus, weit verbreitet. In der nördlichen Hemisphäre von großer Verbreitung: *P. vulgare*, „Engelsüß", „Tüpfelfarn" (Abb. 259, Fig. 2). — *Cyclophorus* (= *Niphobolus*)[94]) mit Sternhaaren auf den Blättern, paläotropisch. — *Drynaria* mit Nischenblättern, paläotropisch, epiphytisch (Abb. 250, Fig. 2).

K. *Acrosticheae.* Sori ohne Indusien, die ganze Blattunterseite oder Abschnitte derselben bedeckend: *Elaphoglossum* mit ungeteilten Blättern in den Tropen verbreitet und artenreich. — *Platycerium*[95]) epiphytisch mit Nischenblättern (Abb. 250, Fig. 1). Tropisch und in Gewächshäusern häufig kultiviert: *P. alcicorne*, *P. grande.* — *Acrostichum*, *Rhipidopteris* (Abb. 250, Fig. 3).

11. Familie: **Parkeriaceae**[96]). Sporangien einzeln an anastomosierenden Blattsträngen. Rand der Blattabschnitte eingerollt und die Sporangien bedeckend.

Ceratopteris thalictroides, ein einjähriger, wasserbewohnender, in den Tropen sehr verbreiteter Farn mit dimorphen Blättern (Wasser- und Luftblätter).

2. Ordnung. *Hydropteridales*[97]). Wasserfarne.

Prothallien entweder nur Antheridien oder nur Archegonien entwickelnd, reduziert und klein; besonders die Antheridien tragenden sind oft auf nur wenige

---

[92]) Mettenius G., Über einige Farngattungen. VI. Abh. d. Senckenb. naturf. Ges., III. — Heufler L. R. v. in Verh. d. zool. bot.-Ges. Wien, 1856.

[93]) Mettenius G., Über einige Farngattungen. I. Abh. d. Senckenb. naturf. Ges., II. (1857).

[94]) Giesenhagen C., Die Farngattung *Niphobolus.* Jena, 1901.

[95]) Straszewski H., Die Farngattung *Platycerium.* Flora, CVIII., 1915.

[96]) Kny L., Die Entwicklung der Parkeriaceen, dargestellt an *Ceratopteris.* Nova Acta Leop. Carol. Akad., XXXVII., 1875. — Ford S. O., The anat. of *Ceratopt.* Ann. of Bot., XVI., 1902. — Lachmann P., Orig. et devel. des rac. et des radic. de *C.* Ann. d. l'Univ. Grenoble, 1906.

[97]) Baker J. G., Synopsis of *Rhizocarpeae.* Journ. of Bot., XXV., 1866. — Belajeff W., Über die männlichen Prothallien d. Wasserfarne. Odessa 1890; Bot. Ztg., 1898. — Sadebeck R. in Engler u. Prantl, Natürl. Pflanzenfarn., I., 4. Abt., 1900.

Zellen rückgebildet (Abb. 181, Fig. 2 u. 4). Stamm niemals aufrecht stehend, sondern rhizomartig, oberwärts Blätter, unterseits Wurzeln oder dieselben substituierende Wasserblätter *(Salvinia)* ausbildend, meist mit einem axilen Leitbündel. Blätter einfach oder wenig geteilt, in der Jugend gefaltet oder eingerollt. Die Sori tragenden Blätter oder Blattabschnitte sind in Sporocarpien, fruchtähnliche, oft dickwandige, anfangs geschlossene Gebilde umgewandelt, welche entweder je einen Sorus enthalten oder mehrere. Sporen und Sporangien dimorph. Mikrosporangien mit zahlreichen Mikrosporen, Makrosporangien mit einzelnen Makrosporen. Erstere liefern männliche, letztere weibliche Prothallien.

Die *Hydropteridales* sind fast durchwegs Wasserpflanzen oder Sumpfpflanzen. Die Anpassungen an das Wasserleben verschärfen die Verschiedenheiten gegenüber den *Filicales*, mit denen sie sich aber trotzdem unschwer in Beziehung bringen lassen. Die Familien der *Hydropteridales* dürften auf verschiedene Typen der *Filicales* zurückzuführen sein. Die Marsiliaceen zeigen recht klare Beziehungen zu den Schizaeaceen[98]) (marginale Entstehung der Sori, respektive Sporangien, ähnliche Ringbildung bei einzelnen Formen, analoge Gliederung der Blätter in sterile und fertile Teile bei *Aneimia*); die Salviniaceen und Azollaceen lassen sich eher den Cyatheaceen anreihen. Darnach wäre die Ordnung der *Hydropteridales* eine polyphyletische, was ihre Auflassung und Einreihung der Familien an die betreffenden Stellen des Systemes der *Filicales* rechtfertigen würde[99]). Ob man dies tatsächlich tut oder nicht, ist weniger eine wissenschaftliche Frage, als vielmehr eine Frage der systematischen Zweckmäßigkeit; das Wichtigste ist die Erkenntnis des genetischen Zusammenhanges und der verschiedenen Herkunft, und dieser habe ich durch Unterscheidung der beiden Unterordnungen Rechnung getragen.

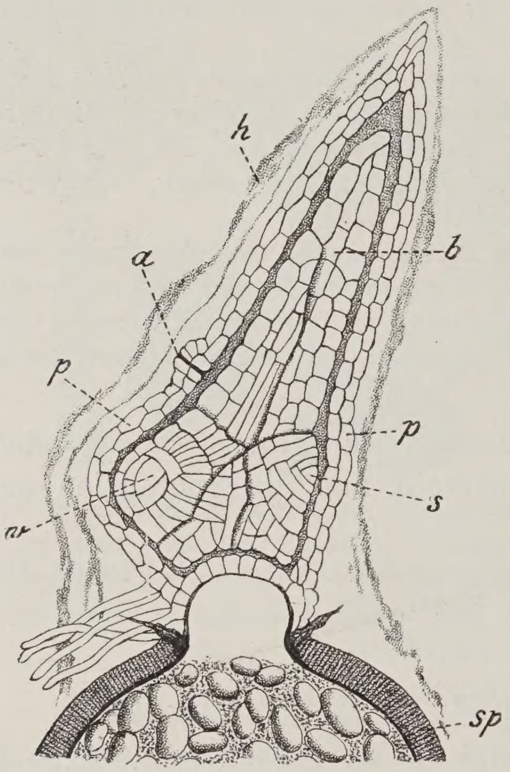


Abb. 261. *Marsilia*. Keimender Sporophyt. *sp* Sporenwand, *p* Prothallium, *h* Schleimhülle, *a* Archegoniumrest, *w* Wurzelanlage, *s* Sproßscheitel, *b* Cotyledo; — 120 fach vergr. — Nach Hanstein.

1. Unterordnung: *Marsiliineae.*

Sporocarpien zwei bis zahlreiche Sori enthaltend. Wand des Sporocarpiums aus einem ganzen Blattlappen hervorgegangen.

Einzige Familie: **Marsiliaceae**[100]). (Abb. 261—264). Im Boden wurzelnde Wasserpflanzen oder Sumpfpflanzen die zum Teile zeitweiser Trockenlegung des Standortes angepaßt sind, seltener Bewohner trockener Standorte und dann mit knollenförmigen Rhizomen. Stamm meist rhizomartig

[98]) Campbell D. H., The affin. of the *Ophiog.* and *Mars.* Am. Natural., XXXVIII., 1904.
[99]) Vgl. Lotsy J. P., Vortr. üb. bot. Stammesgesch., II., 1909.
[100]) Hanstein J., Die Befruchtung und Entwicklung der Gattung *M.* Jahrb. f. wiss. Bot., IV. — Braun A., Über die Marsiliaceengattung. *M.* u. *Pilularia.* Monatsh. d. Berl.

Abb. 262. *Marsiliaceae.* — Fig. 1. *Marsilia quadrifolia*; nat. Gr.; *sp* Sporocarpien. — Fig. 2. Sporocarpien von *M. Nardu*; nat. Gr. — Fig. 3. Keimpflanze von *M. elata*, *M* Makrospore, *cot* Cotyledo; nat. Gr. — Fig. 4. Sporocarpium von *M. salvatrix*; vergr. — Fig. 5. Transversaler Längsschnitt durch ein junges Sporocarpium von *M. Brownii*; *g* Gallertring, *i* Indusium, *M* Makrosporangium, *m* Mikrosporangium; vergr. — Fig. 6 bis 9. *M. salvatrix.* Fig. 6 transversaler Längsschnitt durch das reife Sporocarp, etwas vergr.; Fig. 7 u. 8 aufspringendes Sporocarp, *g* Gallertring, *s* Sori, vergr.; Fig. 9 Sorus mit Makrosporangien (*M*) und Mikrosporangien (*m*), vergr. — Fig. 10. Männliches Prothallium von *M. quadrifolia*; 320fach vergr. — Fig. 11. Oberster Teil der Makrospore von *M. vestita* mit einem Archegonium; *o* Eizelle, *bc* Bauchkanal-, *hc* Halskanalzelle, *K* Kernrest; 360fach vergr. — Fig. 1, 2, 3 Original, 4, 6 bis 9 nach Hanstein, 5 nach Goebel, 10 nach Belajeff, 11 nach Campbell.

verlängert, oberseits Blätter, unterseits Wurzeln treibend. Blätter bei manchen Arten je nach dem Wasserstande polymorph; die fertilen Blätter mit vierlappig oder zweilappig gefiederter, seltener ungeteilter Lamina und zu Sporocarpien umgebildeten Basallappen. Sporocarpien bohnenförmig oder kugelig, mit fester Wand, deren Außenseite der Unterseite der sterilen Blattabschnitte entspricht. Bau der Sporocarpien je nach der Gattung verschieden, u. zw.: *Marsilia:* Sori zahlreich, in zwei Reihen auf der Blattoberseite senkrecht zur Mittellinie stehend (vgl. Abb. 262, Fig. 5), aber eingesenkt, daher im Innern des fertilen Blattes. Jeder Sorus von einem hautförmigen Indusium (*i*) umgeben, Mikro- und Makrosporangien enthaltend. Das reife Sporocarp reißt zweiklappig auf durch Verquellen eines an der Rück- und Bauchseite ringförmig verlaufenen Gewebes (*g*), das nun als gallertiger Ring heraustritt und die säckchenförmigen Sori mit herauszieht (Abb. 262, Fig. 8). *Pilularia:* In jedem Sporocarp 2—4 Sori, welche der Länge nach verlaufen, daher das ganze Sporocarp scheinbar 2- bis 4fächerig (vgl. Abb. 264, Fig. 2). Jeder Sorus mit Mikro- und Makrosporangien. Bei der Reife des Sporocarps werden größere Partien der Gewebe im Innern derselben verquollen und treten aus der am Scheitel mehrklappig aufspringenden Wand als Schleimmasse heraus, welche die losgelösten Sporangien enthält. *Regnellidium:* Intermediär (vgl. Abb. 263, Fig. 2). — Mikrosporangien mit 64 Mikrosporen, Makrosporangien mit einer Makrospore. Die männlichen Prothallien treten aus der Mikrospore nicht heraus und bilden zwei Antheridien (Abb. 262, Fig. 10). Die weiblichen Prothallien treten ein wenig aus der Spore heraus, bestehen aus einigen vegetativen Zellen und einem Archegonium (Abb. 262, Fig. 11).

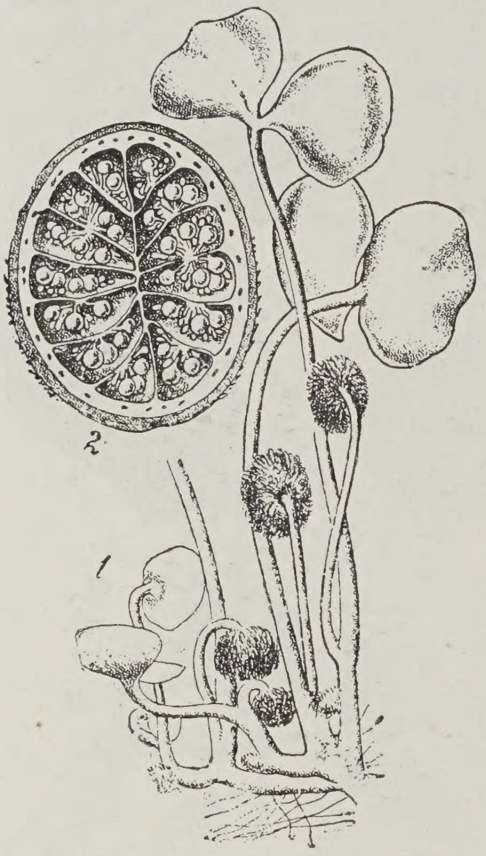


Abb. 263. *Marsiliaceae.* — *Regnellidium diphyllum.* — Fig. 1. Stück der Pflanze in nat. Gr. — Fig. 2. Längsschn. durch d. Sporocarp.; vergr. — Nach Lindmann.

Akad., 1863. — Derselbe, Neuere Unters. über d. Gattg. *M.* u. *P.* A. a. O., 1870. — Goebel K., Üb. d. „Fr." v. *Pil. globulif.* Bot. Zeitg., 1882. — Campbell D. H., On the proth. and embryo of *M. vestita.* Proc. Californ. Acad. Sc., 1892; The developm. of the sporoc. of *Pil. am.* Bull. Torr. Bot. Cl., XX., 1893. — Johnson D. S., On the developm. of the leaf and sporoc. in *Marsilia quadrif.* Ann. of Bot., XII., 1898; On the leaf and sporoc. of *Pil.* Bot. Gaz., XXVI., 1898. — Lindmann C. A. M., *Regnellidium* n. g. *Mars.* Ark. f. Bot., III., 1901. — Strasburger E., Apogamie bei *Marsilia.* Flora, 1907. — Schneider F., Beitr. zur Entwicklungsgesch. d. *Mars.* Flora, CV., 1903. — Sharp L. W., Spermatog. in *Mars.* Bot. Gaz., LVIII., 1914.

Marsilia mit zirka 50 Arten. Sterile Teile der vollkommen ausgebildeten Blätter 4teilig; auffallende „Schlafbewegungen" zeigend. — In Europa, Asien und Nordamerika *M. quadrifolia* (Abb. 262, Fig. 1). Mehrere Arten, wie *M. Drummondii*, *M. Nardu* (Australien), liefern in ihren stärkereichen Sporocarpien mehlartige Nahrungsmittel „Nardu". Durch zahlreiche Sporocarpien an einem Blatte ist *M. polycarpa* (Zentralamerika) ausgezeichnet. Apogamie bei *M. Drummondii* u. a. Vielleicht steht der Gattung *Marsilia* die fossile Gattung *Sagenopteris* (Trias, Kreide) nahe. — *Regnellidium*. (Abb. 263.) Sterile Teile der Blätter 2teilig. Einzige Art: *R. diphyllum* in Südbrasilien. — *Pilularia*. (Abb. 264.) Sterile Teile der Blätter ungeteilt. *P. globulifera* in Europa verbreitet, *P. minuta* im Mediterrangebiete, *P. americana* im extratropischen Amerika.

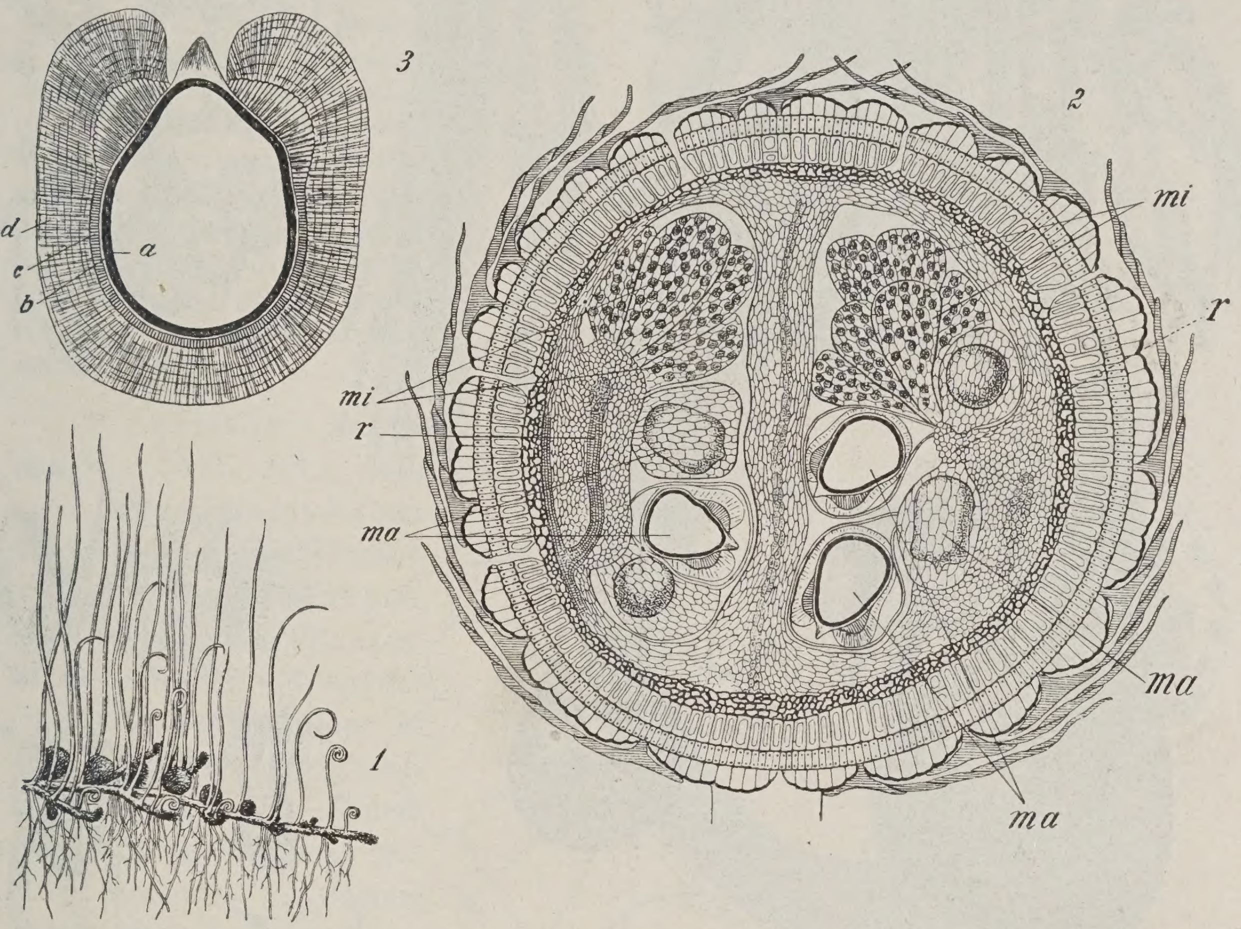


Abb. 264. *Marsiliaceae*. — Fig. 1 bis 3. *Pilularia globulifera*. Fig. 1. Stück der ganzen Pflanze, nat. Gr.; Fig. 2 Längsschnitt durch ein Sporocarp, *r* Rezeptakulum, *ma* Makrosporangien, *mi* Mikrosporangien, 30fach vergr.; Fig. 3. Längsschnitt durch eine Makrospore, *a* bis *d* die vier Schichten der Wand. — Fig. 1 bis 3 nach Luerssen.

2. Unterordnung. *Salviniineae.*

Sporocarpien je einen Sorus enthaltend. Wand des Sporocarpiums einem Indusium homolog.

1. Familie: **Salviniaceae**[101]). (Abb. 265 u. 266.) Auf der Wasseroberfläche schwimmende, wenig verzweigte Pflanzen. Blätter in alternierenden

[101]) Pringsheim N., Zur Morphologie der *Salvinia natans*. Jahrb. f. wissensch. Botan., III., 1863. — Prantl K., Zur Entw.-Gesch. d. Proth. v. *Salv. nat.* Bot. Zeitg., 1879. — Heinricher E., Die näheren Vorgänge bei der Sporenbildung d. *Salv. nat.* Sitzber.

dreizähligen Wirteln; von jedem Wirtel sind die zwei oberen Blätter als auf der Wasseroberfläche schwimmende, ungeteilte Schwimmblätter ausgebildet (Abb. 265, Fig. 2 *sb*), das dritte Blatt (Wasserblatt) ist in feine Zipfel geteilt,

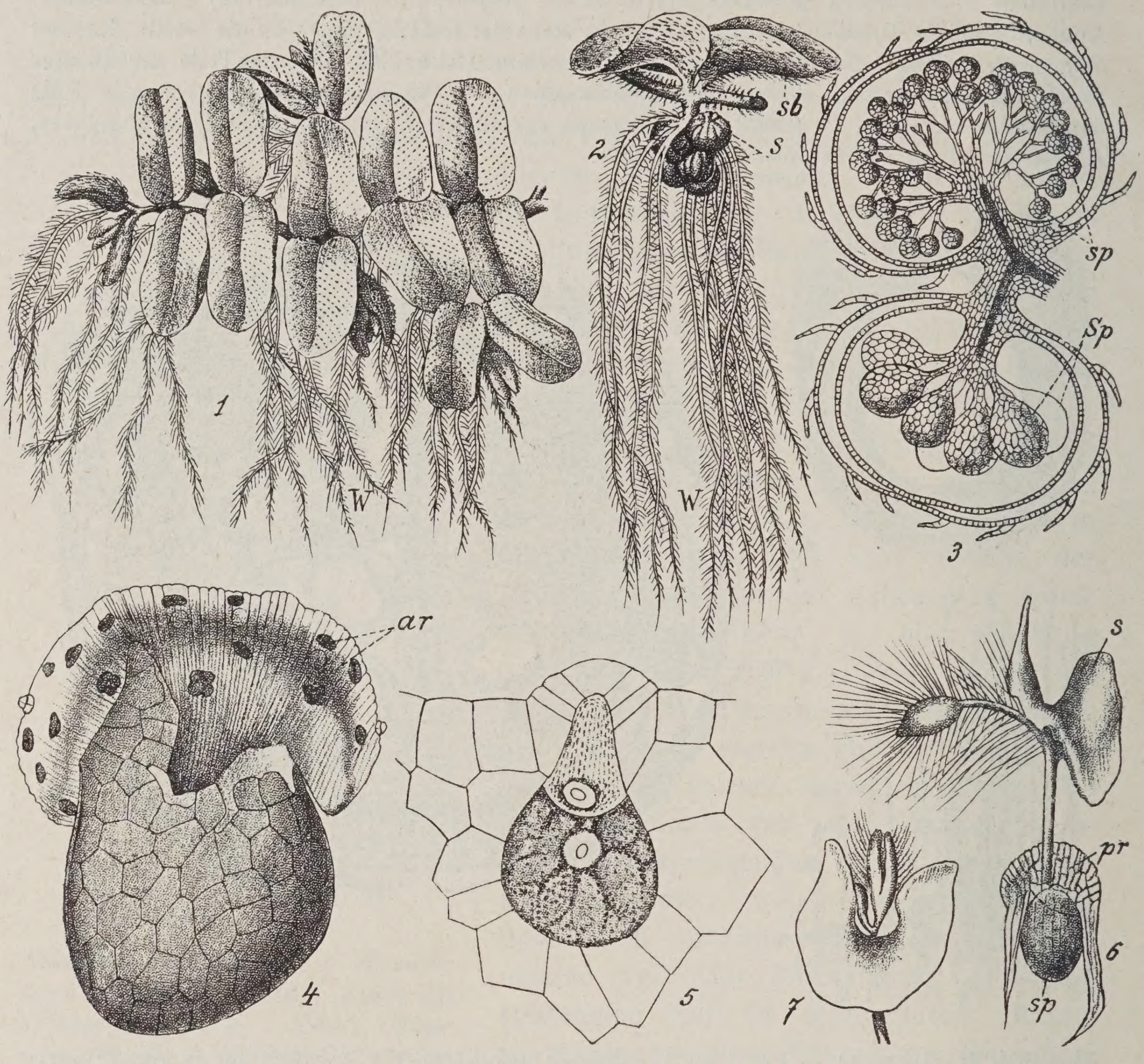


Abb. 265. *Salviniaceae.* — *Salvinia natans.* — Fig. 1. Ganze Pflanze; nat. Gr.; *W* Wasserblätter. — Fig. 2. Ein einzelner Blattwirtel, *sb* Schwimmblätter, *W* Wasserblatt, *s* Sporocarpien; etwas vergr. — Fig. 3. Längsschnitt durch einen Sorus mit Mikrosporangien (*sp*) und einen solchen mit Makrosporangien (*Sp*); 15fach vergr. — Fig. 4. Makrospore mit hervortretendem Prothallium, *ar* Archegonien; 72fach vergr. — Fig. 5. Noch nicht geöffnetes Archegonium; stark vergr. — Fig. 6. Keimpflanze; *sp* Makrospore, *pr* Prothallium, *s* Cotyledo; 20fach vergr. — Fig. 7. Oberer Teil einer Keimpflanze mit Cotyledo; 20fach vergr. — Fig. 1 u. 2 nach Bischoff, 3 nach Luerssen, 4 bis 7 nach N. Pringsheim.

morphologisch und funktionell wurzelähnlich (Abb. 265, Fig. 2 *W*). Echte Wurzeln fehlen. Sporocarpien in Gruppen an der Basis der Wasserblätter

---

Akad. Wien, 1882. — Mac Millan C., The funct. of the submerg. leav. of *Salv. nat.* Bull. Torr. Bot.. Cl., XXIII., 1896; Bot. Gaz., XXII., 1896. — Shibata K., Stud. üb. d. Chemot. v. *Salvinia*-Spermatoz. Bot. Mag. Tokyo, XIX., 1905.

(Abb. 265, Fig. 2*s*), je einen Sorus enthaltend, der von einem gehäuseartigen Indusium umgeben ist. Jeder Sorus enthält nur Makrosporangien oder Mikrosporangien. Mikrosporangien kugelig, langgestielt, 64 Mikrosporen enthaltend; Makrosporangien kurzgestielt mit je einer Makrospore. Die männlichen Prothallien bilden zwei Antheridien aus, welche zusammen 6 bis 8 Spermatozoiden liefern (Abb. 181, Fig. 4).

Einzige Gattung: *Salvinia*. *S. natans* in Europa und Asien. Mehrere Arten in den Tropen. *S. minima* (Südamerika) häufig unter dem Namen *S. auriculata* in Gewächshäusern kultiviert. — Die Schwimmblätter aller Arten weisen auf der Oberfläche Einrichtungen auf, welche das Adhärieren der Luft bedingen und dadurch die Blätter vor dem Untergetauchtwerden schützen.

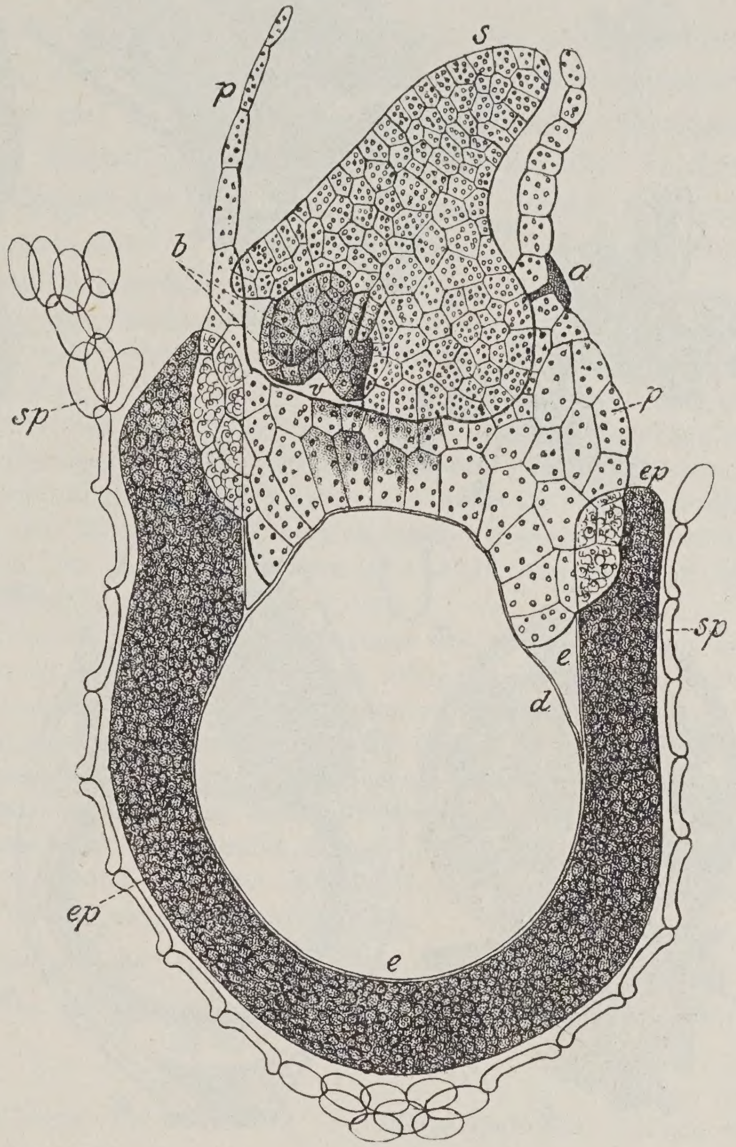


Abb. 266. Keimende Makrospore von *Salvinia natans*, *sp* Sporangiumwand, *ep* und *e* Wände der Spore, *d* Diaphragma, *p* Prothallium, *a* Archegoniumrest, *s* Cotyledo, *v* Sproßscheitel, *b* Blätter; 40fach vergr. — Nach N. Pringsheim.

2. Familie: ***Azollaceae***[102]). (Abb. 267.) Sehr zarte, kleine, geradezu moosähnliche, auf der Wasseroberfläche schwimmende, reich verzweigte Pflanzen. Blätter alternierend, auf der Oberseite des Stammes in zwei Reihen, tiefzweilappig, auf der Innenseite des Oberlappens mit Höhlungen, in denen regelmäßig *Anabaena*-Kolonien (S. 80) vorkommen. Wurzeln zahlreich, an der Unterseite der Stämmchen entspringend. Sporocarpien aus den unteren Lappen der ersten Blätter eines Seitenastes hervorgehend, zu zwei bis vier, von einem Lappen des Oberblattes umhüllt, je einen Sorus enthaltend und dieser entweder nur Mikrosporangien oder nur ein Makro-

---

[102]) Strasburger E., Über *Azolla*. Jena 1873. — Campbell D. H., Development of *Azolla filiculoides*. Ann. of Bot., VII., 1893. — Goebel C., Organographie, 2. Aufl., II., 1918. — Bernard C., A prop. d'*Azolla*. Rec. de trav. bot. Néerl., 1904. — Pfeiffer W. M., Different. of Sporoc. in *Azolla*. Bot. Gaz., XLIV., 1907.

sporangium führend. Mikrosporen in Ballen (Massulae) austretend, die sich oft mit hakenförmigen Organen (Glochidien) an die Makrosporenwand anhängen. Die Makrosporenwand bildet im oberen Teile drei bis neun luft-

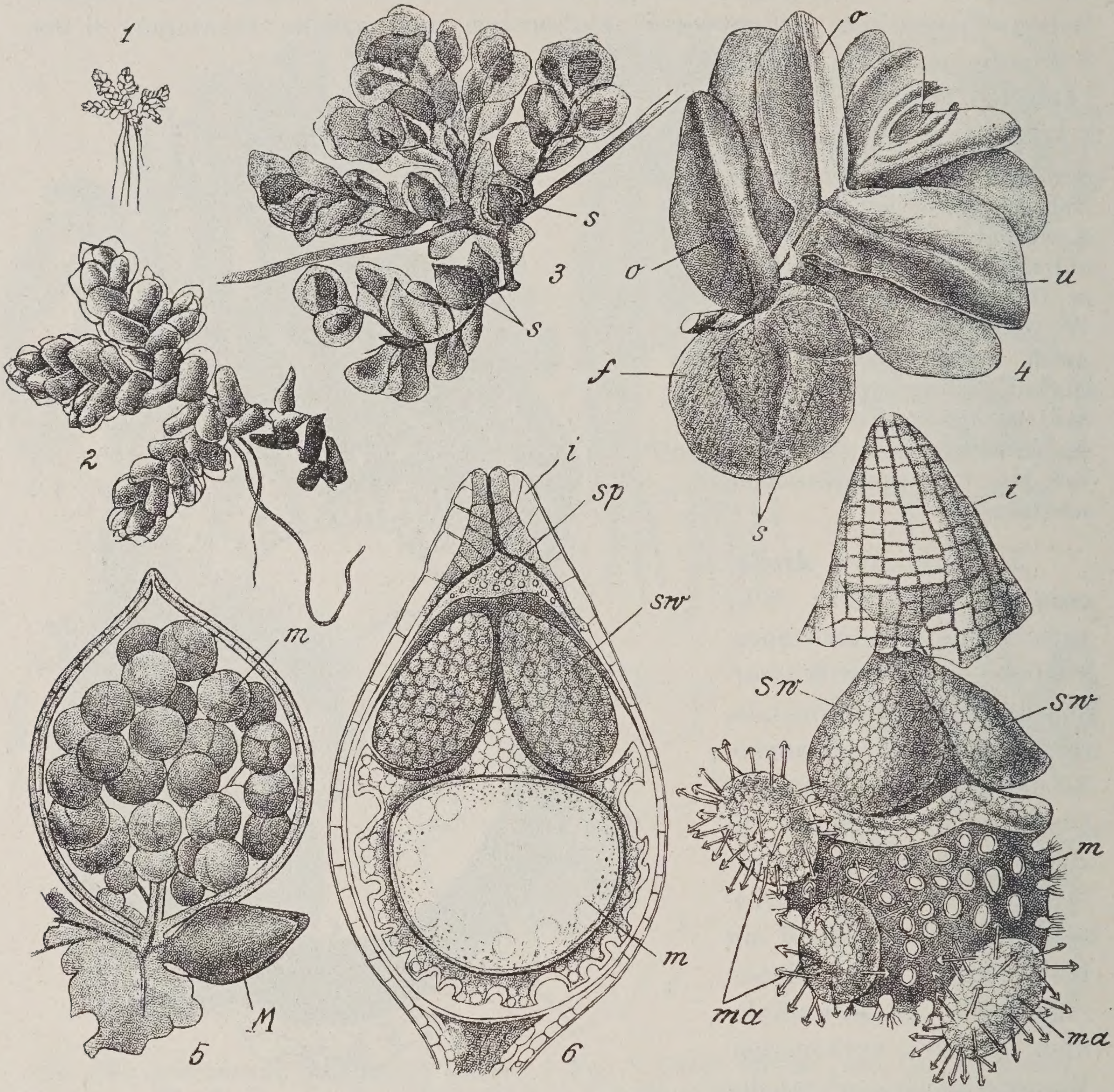


Abb. 267. *Azollaceae.* — Fig. 1. *Azolla caroliniana*; nat. Gr. — Fig. 2. Dieselbe; etwas vergr. — Fig. 3. *Azolla pinnata* von der Unterseite, *s* Sporocarpien; 6fach vergr. — Fig. 4 bis 7. *A. filiculoides.* — Fig. 4. Zweig von der Seite gesehen, *o* Ober-, *u* Unterlappen eines Blattes, *s* Sporocarpien, *f* flügelartige Verbreiterung des Oberlappens; 27fach vergr. — Fig. 5. Ein männliches (*m*) und ein weibliches (*M*) Sporocarpium; ersteres im Längsschnitte; 27fach vergr. — Fig. 6. Längsschnitt durch ein Makrosporangium; *i* Indusium, *sp* Sporangiumwand, *m* Spore, *sw* Schwimmkörper; 100fach vergr. — Fig. 7. Eine reife Makrospore, Bezeichnungen wie bei 6; *ma* Massulae; 100fach vergr. — Fig. 1 u. 2 Original, 3 bis 7 nach Strasburger.

erfüllte Schwimmkörper aus, die von einem als Schutzorgan fungierenden Reste des Indusiums und der Sporangienwand bedeckt sind (Abb. 267, Fig. 6 u. 7).

Azolla caroliniana in Amerika verbreitet, in Europa vielfach verwildert; *A. filiculoides* Amerika; *A. pinnata* paläotropisch. — Die Pflanzen bedecken oft stehende Wasseransammlungen ähnlich wie *Lemna*-Arten.

VII. Klasse. Cycadofilicinae[103]).

Charakteristik siehe S. 326[104]).

Ausschließlich aus Fossilien bekannte Pflanzengruppe der paläozoischen Ablagerungen. Da die Pflanzen, wie natürlich, in den Fossilien nicht in ganzen Exemplaren vorliegen, sind wir auf Rekonstruktionen angewiesen, bei denen Irrtümer unterlaufen können. Trotzdem dürfte in Anbetracht des reichen zur Untersuchung gelangten Materiales das Bild, das wir heute von den *Cycadofilicinae* entwerfen können, ein im großen und ganzen richtiges sein.

Die Klasse bildet einen überaus bemerkenswerten Übergang von den Pteridophyten zu den Gymnospermen, speziell von den eusporangiaten *Filicinae* zu den *Cycadinae*, und die Auffindung und Klarstellung dieser Gruppe zählt zu den wichtigsten Errungenschaften der phylogenetischen Forschung. Die *Cycadofilicinae* stimmen mit den eusporangiaten *Filicinae* im Baue und in der Gestalt der Trophophylle, im Baue der Mikrosporangien und der Mikrosporophylle, mit den *Cycadinae* im sekundären Dickenwachstum des Stammes und in den samenähnlichen Makrosporangien überein. Unter den *Filicinae* stehen sie den *Marattiales* am nächsten, weshalb auch lange Zeit die meisten hierher gehörenden Formen als Marattiaceen bezeichnet wurden; die *Marattiales* waren im Carbon, zur Zeit, als die *Cycadofilicinae* auftraten, reich gegliedert.

Die Annäherung der *Cycadofilicinae* an die Gymnospermen ist so stark, daß es erwägenswert ist, ob sie nicht direkt zu diesen gestellt werden sollen; es ist auch möglich, daß einzelne *Cycadofilicinae* sich als gewiß zu diesen gehörig erweisen werden. Unter Betonung der intermediären Stellung erscheint es derzeit noch besser, die *Cycadofilicinae* bei den Pteridophyten belassen, denen sie zweifellos in der Beschaffenheit der vegetativen Organe näher stehen. Es ist wahrscheinlich, daß eine Abtrennung der Cycadofilicinen von den Gymnospermen sich dadurch wird vornehmen lassen, daß bei den ersteren die Makrosporangien sich vor der Befruchtung von den Mutterpflanzen loslösten und die Befruchtung, beziehungsweise Embryobildung dann erst erfolgte.

Die *Cycadofilicinae* dürften eine reiche Gliederung besessen haben; für den Ausbau eines Systemes reichen aber die vorliegenden Funde noch nicht aus.

---

[103]) *Cycadofilicinae* = *Cycadofilices* Potonié 1899 = *Pteridospermeae* Oliver et Scott 1904.

[104]) Potonié H., Lehrb. d. Pflanzenpaläontol., 1899; 2. Aufl. von W. Gothan, 1921. — Oliver F. W. and Scott D. H., On the struct. of the palaeoz. seed *Lagenostoma Lomaxi*. Phil. trans. Roy. Soc., CXCVII., 1904. — Kidston R., The fructific. of *Neuropt. het.* Phil. trans. Roy. Soc., CXCVII., 1904; On the Microsporang. of the Pteridosp. l. c., CXCVIII., 1906. — Scott D. H., The fern-like seed-pl. of the carbon. Flora. Result. scientif. Congr. intern. bot. Vienne 1905; The pres. posit. of palaeoz. Botany. Progr. rei bot., I., 1907 und die Literatur-Zusammenstellung von E. A. N. Arber daselbst; Stud. in foss. Bot. vol. II., 1909. — Potonié H., Abb. u. Beschr. foss. Pflanzenreste, bes. Liefrg. IV., 1906. — Chodat R. in Verh. d. schweiz. naturf. Ges., 1908. — Lotsy J. P., Vortr. üb. bot. Stammesgesch., II., 1909 und die Literaturübersicht daselbst. — Oliver F. W., On *Physostoma elegans*. Ann. of Bot., XXIII., 1909; and Salisbury E. J., On the struct. and affin. of the palaeoz. seeds of *Conostoma*. Ann. of Bot., XXV., 1911. — Arber E. A. N. in Handw. d. Naturw. IV., 1913. — Kubart B., Üb. d. *Cycadofil. Heterangium* u. *Lyginodendron*. Österr. bot. Zeitschr., 1914. — Seward A. C., Fossil plants, III., 1917.

Im allgemeinen lassen sich folgende gemeinsame Merkmale anführen (Abb. 268—270): Farnähnliche Pflanzen von vielfach ansehnlichen Dimen-

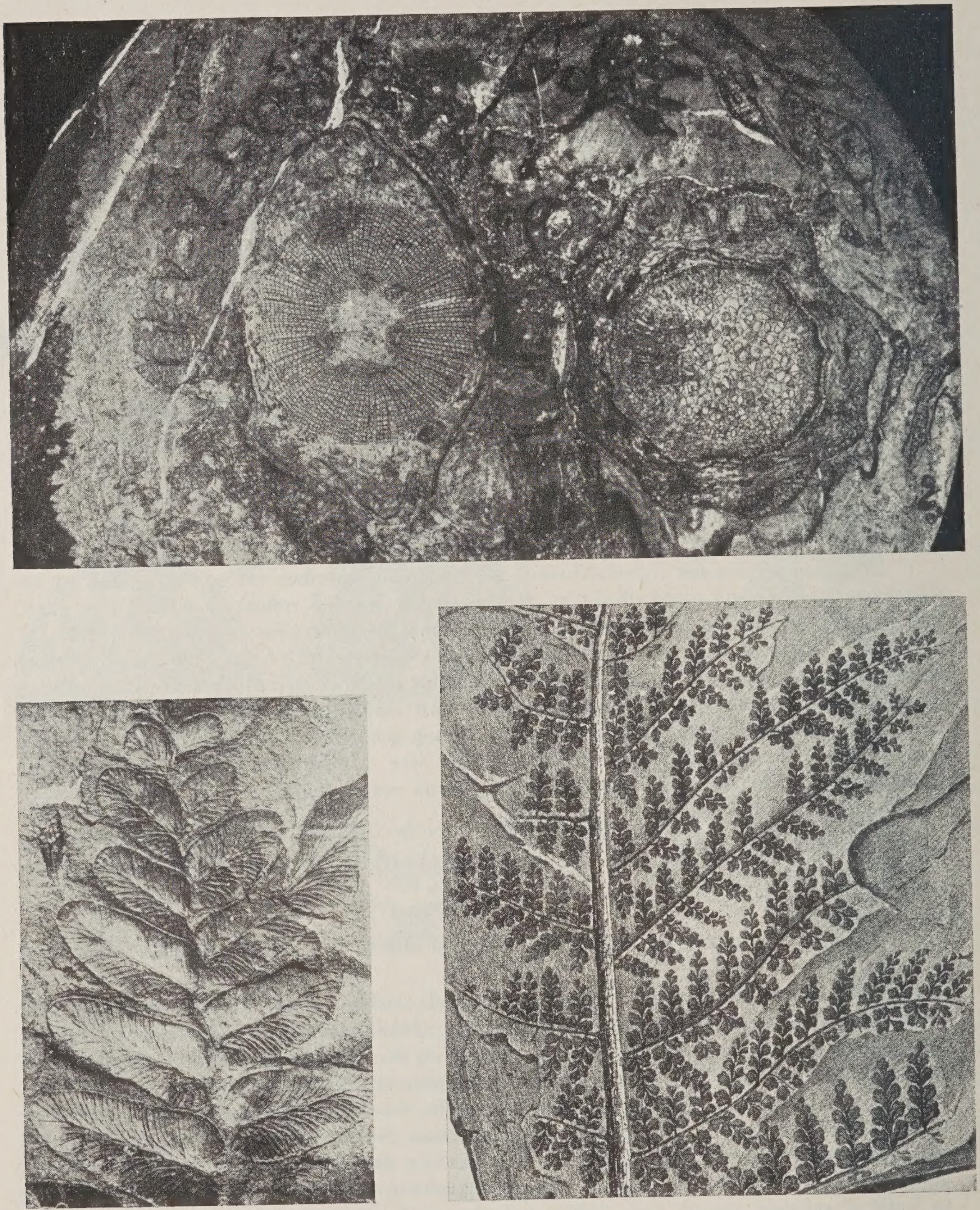


Abb. 268. *Cycadofilicinae*. — Fig. 1. Schliff durch ein Gesteinsstück mit Stammquerschnitten von *Lyginodendron heterangioides* (links) und *Heterangium alatum* (rechts). — Fig. 2. Blattstück von *Neuropteris callosa*. — Fig. 3. Blattstück von *Sphenopteris Hoeninghausi*. — Fig. 1 stark, 2 schwach vergr., 3 etw. verkl. — Fig. 1. Original nach Präparat v. Kubart, 2 nach Arber, 3 nach Brongniart.

sionen, mit nicht oder wenig verzweigten Stämmen mit sekundärem Dickenwachstume und mit großen, meist einfach oder mehrfach gefiederten Blättern. Mikrosporophylle den Trophophyllen ähnlich, mit zahlreichen eusporangiaten Mikrosporangien auf der Unterseite der Blattabschnitte oder an modifizierten Blatteilen. Makrosporophylle wahrscheinlich abweichend gebaut und weniger geteilt. Makrosporangien mit je einer Makrospore, diese nicht freigebend, sondern sie einschließend und mit ihr abfallend, daher im Baue den Samenanlagen der Gymnospermen sehr ähnlich. Nucellus der Samenanlage von einem Integumente umgeben, im oberen Teile eine „Pollenkammer" bildend; überdies häufig von einer cupulaähnlichen Hülle umgeben.

Abb. 269. *Cycadofilicinae.* — Fig. 1. Zwei Samenanlagen von *Lagenostoma Sinklairii.* — Fig. 2. Rekonstruktion der Samenanlage mit Cupula (der Rand desselben mit Stieldrüsen) von *Lagenostoma Lomaxi.* — Fig. 1 nach Scott, Fig. 2 nach Arber.

Ob Übertragung der Mikrosporen zu den Makrosporen immer durch den Wind erfolgte, ist nicht sicher, aber möglich; ebenso kann aber auch die Befruchtung in der Weise erfolgt sein, daß die Mikrosporen in das Wasser oder auf den feuchten Boden fielen und die freiwerdenden Spermatozoiden schwimmend zu den Makrosporen gelangten; Befruchtung höchstwahrscheinlich durch Spermatozoiden und zwar in den am Boden oder im Wasser liegenden „Samenanlagen". Embryobildung vermutlich in den am Boden liegenden Makrosporen.

Am besten bekannt sind bisher zwei Gruppen:

A. **Lyginodendreae.**

Als Typus kann *Lyginodendron,* speziell *L. Oldhamium* gelten. Pflanze vom Habitus eines Baumfarnes. Stämme mit Mark, primären zentripetalen Xylembündeln und außerhalb derselben mit Holzring ohne Jahresringe, mit Cambium und Rinde (als isoliertes Fossil früher als *Lyginodendron* im eng. S. beschrieben; vgl. Abb. 268, Fig. 1), Adventivwurzeln (früher *Caloxylon*) treibend. Blätter 2—3fach gefiedert (vgl. Abb. 268, Fig. 3; früher *Sphenopteris,* die Blattstiele *Rachiopteris*); Samenanlagen (früher *Lagenostoma,* Abb. 269, Fig. 1, 2; Abb. 270, Fig. 4—6) von einer oben in Zipfel geteilten „Cupula" (Abb. 270, Fig. 4—6 *c*) eingehüllt, mit einem oben 9 Kammern aufweisenden Integumente (Abb. 270, Fig. 5) und einer Pollenkammer (Abb. 270, Fig. 4), in welche eine kegelförmige Verlängerung hineinragt. Die Kammern des Integumentes

spielten vielleicht eine ähnliche ökologische Rolle wie die Schwimmkörper der *Azollaceae.* Ob die früher als *Crossotheca* beschriebenen Reste als Mikro-

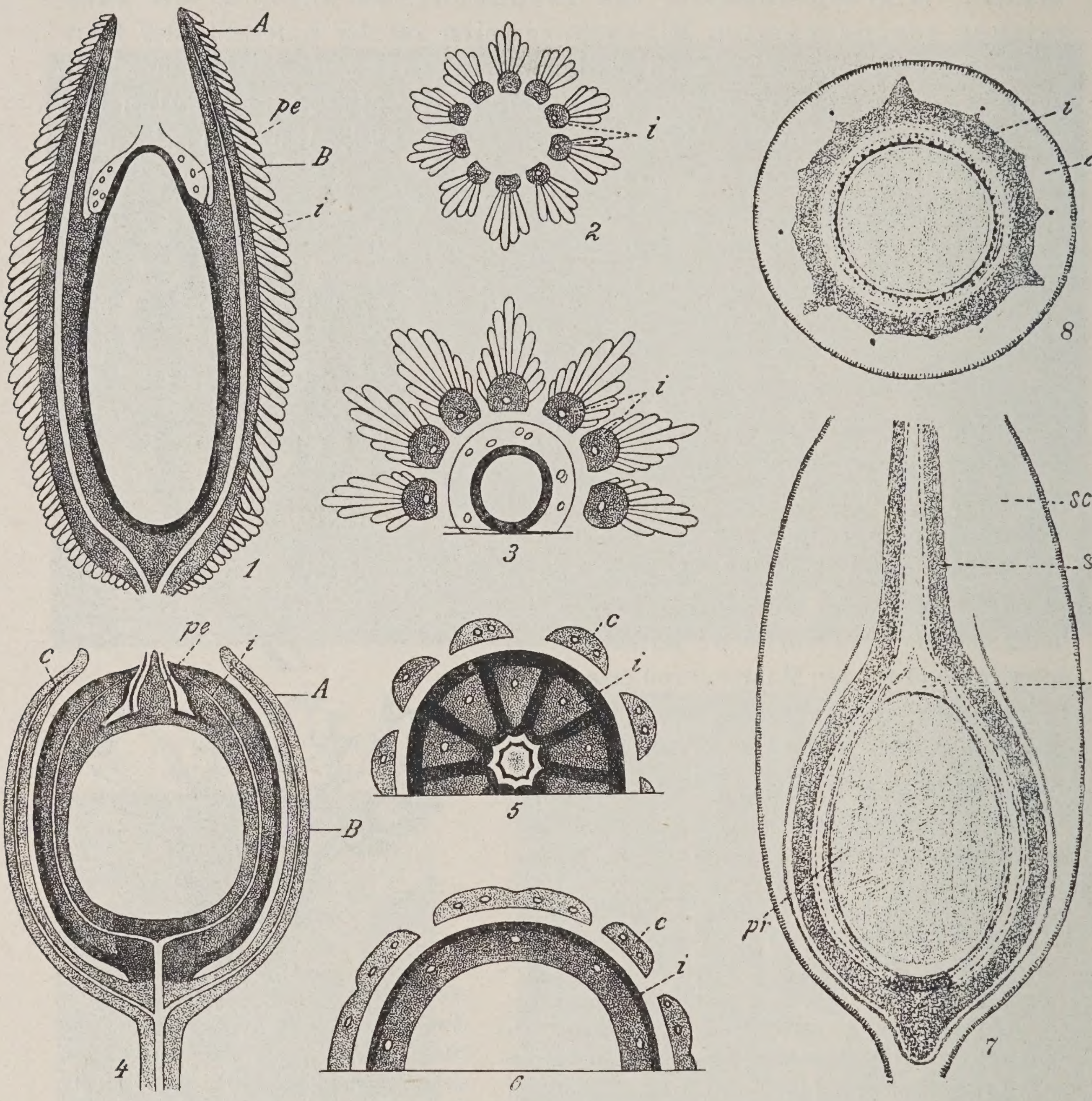


Abb. 270. *Cycadofilicinae.* Schematische Darstellung von Samenanlagen. — Fig. 1—3. *Physostoma elegans*; Fig. 1 medianer Längsschnitt, *i* Integument, *pe* Pollenkammer; Fig. 2 Querschnitt entsprechend der Stelle *A* in Fig. 1, die Lappen, in welche das Integument geteilt ist, zeigend; Fig. 3 Querschnitt entsprechend der Stelle *B* in Fig. 1. — Fig. 4—6. *Lagenostoma Lomaxi* (zu *Lyginodendron* gehörig); Fig. 4 medianer Längsschnitt, *pe* und *i* wie in Fig. 1, *c* Cupula; Fig. 5 Querschnitt durch die Zone *A*, die Kammern des Integumentes (*i*) und die Endlappen der Cupula (*c*) zeigend; Fig. 6 Querschnitt durch die Zone *B*. — Fig. 7—8. *Trigonocarpus Parkinsoni*; Fig. 7 medianer Längsschnitt; Fig. 8 Querschnitt; *pe* Pollenkammer, *sa* fleischiger, *sc* harter Teil der Hülle. — Vergr. — Fig. 1—6 nach Oliver, Fig. 7 u. 8 nach Scott.

sporophylle hieher gehören, ist nicht sicher. *Lyginodendron* nahestehend, aber wohl primitiver und mit ihm durch Übergänge verbunden ist *Heterangium*

(Abb. 268, Fig. 1), dessen Stämme kein ausgesprochenes Mark aufweisen. Als sterile Wedel gehören hieher *Diplotonema*, als Samenanlagen *Sphaerostoma*.

B. **Medulloseae.**

Im Stamme mehrere Stelen, deren jede Dickenwachstum besitzt. Zu *Medullosa* gehören wahrscheinlich Blattstiele, die als *Myeloxylon*, Blätter, welche als *Neuropteris* (Abb. 268, Fig. 2) und *Alethopteris*, Samen, die als *Trigonocarpon* (Abb. 270, Fig. 7 u. 8) beschrieben werden.

Gruppe B steht den Gymnospermen, speziell den *Cycadinae* näher als Gruppe A.

Außerdem zahlreiche Reste, die weiteren Gruppen angehören dürften, so *Calamopityeae*, *Cladoxyleae*, *Cycadoxyleae*, *Protopityeae* u. a.

Samen, bzw. Samenanlagen: *Physostoma* (Abb. 270, Fig. 1—3), *Conostoma*, *Pachytesta* u. a.

II. Abteilung. Anthophyta[105]), Blütenpflanzen[106]).

Aus den Ausführungen auf S. 259—279 ergibt sich, daß unter dem Namen *Anthophyta* eine große Anzahl hochentwickelter Pflanzen zusammengefaßt wird, welche zweifellos in genetischen Beziehungen zu den Archegoniaten, speziell zu den Pteridophyten stehen, die aber durch so auffallende Eigentümlichkeiten von diesen abweichen, daß sie schon frühzeitig als von ihnen verschieden aufgefaßt wurden.

---

[105]) Andere gebräuchliche Namen für diese Pflanzengruppe sind: *Phanerogamae*, *Spermatophyta*, *Siphonogamae*, *Endoprothalliatae*, *Embryophyta siphonogama*, Samenpflanzen. Der Name *Phanerogamae* charakterisierte die Gruppe im Gegensatze zu den Kryptogamen, die (vgl. S. 62) aus deszendenztheoretischen Gründen als einheitliche systematische Gruppe nicht mehr aufgefaßt werden können. Die Anwendung des Namens *Spermatophyta* ist mißlich wegen der Verwendung des Wortes Sperma für die männlichen Fortpflanzungszellen, während der Name *Spermatophyta* eine Übersetzung des Wortes „Samenpflanzen" sein sollte. Den übrigen Namen gegenüber besitzt der sehr bezeichnende A. Braunsche Name *Anthophyta* die Priorität.

[106]) Allgemeine Literatur über Morphologie, speziell Blütenmorphologie der Anthophyten: De Candolle A. P., Organographie vég. Paris 1827. — Payer J. B., Organogénie comparée de la fleur. Paris 1857. — Hofmeister W., Allgemeine Morphologie der Gewächse. Leipzig 1868. — Eichler A., Blütendiagramme. Leipzig 1875 und 1878. — Engler A., Natürl. Pflanzenfam., II. Teil, 1. Abt., S. 8 bis 183, 1889. — Pax A., Allgemeine Morphologie, Stuttgart 1890. — Goebel K., Vergleichende Entwicklungsgesch. d. Pflanzenorg. in Schenks Handbuch, III, 1, Breslau 1883; Organographie der Pfl., 1898 bis 1901; 2. Aufl., 1913 bis 1922, wird fortg. — Coulter J. M. and Chamberlain Ch., Morph. of Spermatoph., 1903. — Velenovský J., Vergl. Morphol. d. Pfl., I—III, 1905 bis 1910; Supplem. 1913. — Johannsen W. u. Warming E., Lehrb. d. allg. Bot. 1909. — Wiesner J. u. Fritsch K., Organographie u. Syst. der Pflanzen, 3. Aufl. Wien 1909. — Fitting H., Jost L., Schenck H. u. Karsten G., Lehrb. d. Bot., 15. Aufl., 1921. — Die wichtigsten allgemein systematischen Werke über Anthophyten, die deshalb auch im folgenden bei den einzelnen Gruppen nicht zitiert werden, sind: De Candolle A. P. et A., Prodromus syst. nat. 1824—1874. — Endlicher St., Genera plant. sec. ord. nat. Wien 1836—1840. — Bentham G. et Hooker J. D., Genera plantarum. 3 Vol. London

Der wesentlichste Unterschied zwischen den Anthophyten und den Archegoniaten liegt darin, daß bei den ersteren der Generationswechsel insoferne verdeckt ist, als die geschlechtliche Generation physiologisch ganz unselbständig ist und morphologisch nur als ein Teil der ungeschlechtlichen Generation erscheint.

Schon bei den Archegoniaten läßt sich die allmählich zunehmende Reduktion des Gametophyten und die Übertragung des sexuellen Dimorphismus der Organe desselben auf den Sporophyten verfolgen. Bei den Anthophyten werden die Fortpflanzungsorgane des Sporophyten zu sexuellen Organen, in denen die Reste des Gametophyten noch nachweisbar sind; der letztere aber verschwindet damit als morphologisch selbständiges Entwicklungsstadium.

Auf S. 275—279 wurde schon dargelegt, womit dieses Zurücktreten der geschlechtlichen Generation, des Gametophyten, zusammenhängt. Es wurde gezeigt, daß die Pflanze bei fortschreitender Entwicklung in bezug auf den Modus der sexuellen Fortpflanzung vollständig unabhängig von der Gegenwart liquiden Wassers wurde. Dies bedingt nun eine Reihe spezieller Einrichtungen an den zu sexuellen Organen gewordenen Makro- und Mikrosporen und den sie ausbildenden Teilen der Pflanze, welche mit Rücksicht auf diese speziellen Einrichtungen auch andere Namen erhielten. So nennen wir die Sporangien Samenanlagen und Pollensäcke; es kommt zu einer anderen Art des Befruchtungsvorganges, an die Stelle der Befruchtung durch im Wasser schwimmende Spermatozoiden tritt die Befruchtung durch den Pollenschlauch; es entwickeln sich oft Blätter, welche zum Teil dem Schutze der Geschlechtsorgane dienen, zum Teil eine, wenigstens mittelbare, Rolle bei der Übertragung der männlichen Organe auf die weiblichen spielen und zusammen mit den die Geschlechtsorgane tragenden Teilen an dem Aufbaue der Blüten Anteil nehmen.

Die für alle Anthophyten charakteristischen Blüten sind Sprosse oder Sproßteile, welche die geschlechtliche Fortpflanzungsorgane ausbildenden Blätter oder Bildungen, welche mittelbar auf diese zurückzuführen sind, tragen[107]). Diese Sprosse haben mit wenig Ausnahmen begrenztes Wachstum und tragen zumeist außer den die Sexualorgane produzierenden Teilen den eben erwähnten Zwecken angepaßte und darum von den Laubblättern verschiedene Blätter, die Blütenhüllblätter (Perianthium).

1862—1883. — Baillon H., Histoire des plantes. 13 Vol. Paris 1867—1894. — Engler A. und Prantl K., Die natürlichen Pflanzenfamilien. Leipzig 1889—1903 und Nachtr. — Engler A., Das Pflanzenreich. Seit 1900 erscheinend. — Lotsy J. P., Vortr. üb. bot. Stammesgesch., III. Bd., 1911. — Bonnier G. et Sablon L. de, Course botanique. 1905. — Wichtigste Nachschlagewerke über die Namen der bisher beschriebenen Blütenpflanzen: Jackson B. D., Index Kewensis, I.—IV., 1893—1895; Suppl. 1—5, 1901 bis 1921. — Dalla Torre C. G. de et Harms H., Genera Siphonog. ad syst. Engl. conscripta. 1900—1907.

[107]) Bei dieser Art der Definition des Begriffes „Blüte" sind Blüten charakteristisch für die Anthophyten; sie finden sich überdies unter den rezenten Pflanzen nur bei *Selaginella*.

Nicht nur in der stärkeren Differenzierung der der sexuellen Fortpflanzung dienenden und der diese begleitenden Blätter macht sich die entwicklungsgeschichtlich höhere Stellung der Anthophyten bemerkbar, sondern auch in der stärkeren morphologischen und histologischen Differenzierung der vegetativen Organe. (Ausnahmen vielfach bei extrem angepaßten Formen.) Der Aufbau der Organe geht nur selten mehr auf regelmäßige Teilungen einer Scheitelzelle zurück; ihre Anlagen sind Meristeme.

Wenn es auch möglich ist, die wesentlichsten Teile der Anthophyten auf Teile der Archegoniaten zurückzuführen, so sind doch insbesondere die mit der Fortpflanzung zusammenhängenden Organe der ersteren von jenen der letzteren schon so verschieden geworden, daß es nicht nur einem alten Gebrauche entspricht, sondern auch sachlich gerechtfertigt erscheint, für die Organe der Anthophyten eine eigene Terminologie zu verwenden. Eine solche wurde auch infolge des Umstandes nötig, daß manche bei den Anthophyten wichtige Funktionen übernehmende Organe den Archegoniaten ganz fehlen oder bei diesen nur als untergeordnete Bildungen sich finden. Es sei darum an dieser Stelle eine kurze organographische Betrachtung der Blütenteile der Anthophyten eingeschaltet. Hiebei ist allerdings vorauszuschicken, daß sich manches von dem im Nachstehenden Gesagten nicht auf die Blüten aller Blütenpflanzen, sondern nur auf jene der Angiospermen bezieht.

Der an dem Aufbaue der Blüte Anteil nehmende Achsenteil ist zumeist stark verkürzt, dabei aber in der verschiedensten Art gestaltet; er wird Blütenboden (Torus, „Receptaculum“) genannt. Er ist zumeist kegelförmig oder wenigstens konvex und trägt im obersten Teile das Gynoeceum (oberständiges Gynoeceum; über die Bezeichnung Gynoeceum vgl. S. 397); nicht selten wird er konkav und trägt dann das Gynoeceum in der Aushöhlung, das dann entweder in gleicher Höhe oder tiefer als die Staubgefäße inseriert ist (mittelständiges Gynoeceum) oder mit dem zu einer becherförmigen Bildung gewordenen Blütenboden verwächst (unterständiges Gynoeceum). Die Blätter der Blütenhülle sind durchwegs von nahezu gleicher Beschaffenheit (homochlamydeische Blütenhülle, ihre Glieder werden häufig als Tepalen bezeichnet) und stehen dabei entweder in einem Wirtel (monochlamydeische Blütenhülle, Perigon) oder in zwei bis mehreren Wirteln (Pseudoperigon) oder aber die Blätter der Blütenhülle sind in Anpassung an verschiedene Funktionen verschieden (heterochlamydeische Blütenhülle); in letzterem Falle bezeichnet man die äußere Blütenhülle als den aus den Kelchblättern, Sepalen, bestehenden Kelch (Calyx) und die innere als die aus den Petalen bestehende Blumenkrone oder Corolle. Die den Blüten benachbarten Blätter nehmen nicht selten, bestimmten Funktionen (Schutz, Anlockung von Tieren etc.) entsprechend, eine von den Laubblättern verschiedene Beschaffenheit an: Hochblätter.

Die Blüten stehen an den vegetativen Sprossen terminal oder lateral, im letzteren Falle in der Regel in der Achsel von Trag- oder Deckblättern;

sie stehen einzeln oder in regelmäßigen und dabei bei verschiedenen Formen sehr verschiedenen Blütenständen oder Infloreszenzen. Bei vielblütigen Infloreszenzen kommt es nicht selten zu einer Arbeitsteilung zwischen den Blüten einer Infloreszenz, indem ganze Blüten jene Funktionen, die sonst einzelnen Blütenteilen zukommen, übernehmen.

Die den Mikrosporen der heterosporen Archegoniaten homologen Organe, die bei den Anthophyten männliche Fortpflanzungsorgane sind, nennt man Pollenkörner („Blütenstaub"). Sie entstehen in Pollensäcken (homolog den Mikrosporangien) auf den Pollen- oder Staubblättern, bzw. Staubgefäßen. Nur selten haben diese durch flächige Verbreiterung Ähnlichkeit mit vegetativen Blättern, meist zeigen sie einen stielartigen Träger (Filament, Staubfaden) und einen die Pollensäcke enthaltenden Teil, die Anthere (Staubbeutel). Die Pollensäcke verteilen sich in der Regel auf zwei Antherenhälften (Theca), die durch das Konnektiv miteinander verbunden sind.

In ihrem inneren Baue erinnern die Pollensäcke außerordentlich an die Sporangien der Archegoniaten, speziell der Pteridophyten, von denen sie ja auch abzuleiten sind (vgl. S. 272, Abb. 185). Sie zeigen eine Wand, eine vor der Reife der Pollenkörner sich auflösende Tapetumschicht und im Innern ein pollenbildendes („sporogenes") Gewebe, in dessen Zellen die Pollenkörner zu vier (Reduktionsteilung) entstehen. Die Wand zeigt häufig (speziell bei den Angiospermen) eine Gliederung in die Epidermis (das Exothecium) und in eine darunter liegende Schicht, deren Zellen faserförmige Wandverdickungen aufweisen (Faserschicht, Endothecium); letztere übernimmt mechanische Funktionen beim Öffnen der Pollensäcke. Die Pollenkörner ähneln sehr den Sporen der Archegoniaten; ihre Haut zeigt eine äußere kutinisierte Schicht (Exine) und eine innere, aus Pektinstoffen gebildete Schicht (Intine). Skulpturen der Oberfläche, Auflagerung von Fetten auf dieselbe u. dgl. hängen vielfach mit der Verbreitung der Pollenkörner zusammen.

Die Gesamtheit der Staubblätter oder Staubgefäße einer Blüte bezeichnet man als Androeceum. In bezug auf Zahl und Stellung in einer Blüte, in bezug auf Form der Antheren, auf deren Öffnungsmodus, auf Form und Oberflächenbeschaffenheit der Pollenkörner herrscht größte Mannigfaltigkeit.

Die den Makrosporangien der heterosporen Pteridophyten homologen weiblichen Fortpflanzungsorgane der Anthophyten bezeichnet man als Samenanlagen (Ovulum, „Eichen", „Samenknospe"). Die sie bildenden, den Makrosporophyllen homologen Blätter werden Fruchtblätter genannt. Sie sehen manchmal den Makrosporophyllen ähnlich *(Cycas)*, werden aber zumeist ± ganz zur Bildung von Samenanlagen verbraucht. In letzterem Falle entstehen manchmal wulst- oder blattartige Bildungen am Grunde der Samenanlagen (Fruchtwülste oder Fruchtschuppen) oder endlich es entstehen aus Blättern (Fruchtknotenblätter[108]), Carpide, Carpelle)

[108]) Die gegenwärtig vielfach übliche Verwendung der Bezeichnung „Fruchtblatt" für alle die Samenanlagen ganz oder teilweise umschließenden Bildungen beruht auf der

gehäuseartige Bildungen, welche die Samenanlagen umschließen (Fruchtknoten, Ovarium). Die Stellung der Samenanlagen auf oder in den Carpellen ist eine sehr verschiedene (Placentation); die Anheftungsstellen zeigen häufig eine histologische Differenzierung und werden Plazenten genannt.

Die Samenanlagen sind mit der Placenta durch einen oft stielartigen Teil, den Funiculus („Nabelstrang") verbunden, welcher an der Chalaza in die Samenanlage übergeht. Sie sind in der Regel von 1—2 Hüllen (Integumente) umgeben, welche zumeist eine Öffnung, die Mikropyle, freilassen. Die Integumente entspringen am Grunde der Samenanlage und sind den Indusien der Pteridophyten vergleichbar; sie fehlen nur selten. Die Form der Samenanlagen ist eine überaus wechselnde: bildet die Achse der Samenanlage die gerade Fortsetzung des Funiculus, so nennt man sie atrop (orthotrop, geradeläufig); liegt der Funiculus der Samenanlage seitlich an, so heißt die Samenanlage anatrop (umgewendet, gegenläufig), in diesem Falle ist der Funiculus häufig längs der Raphe der Samenanlage angewachsen; gekrümmte Samenanlagen heißen kampylotrop (krummläufig).

Die Samenanlage besteht zunächst aus dem Nucellus (Keimgewebe, „Knospenkern"). Er zeigt bald eine histologische Differenzierung in die Wand und in ein zentrales Gewebe, das Archespor, welches wieder der Tapetumschicht homologe Zellschichten und das sporogene Gewebe bilden kann. Einzelne Zellen des letzteren teilen sich in der Regel in analoger Weise wie die Zellen im Innern eines Sporangiums in je 4 Zellen (Reduktionsteilung). Von den so gebildeten Zellen erfährt in jedem Nucellus in der Regel eine eine auffallende Weiterentwicklung. Diese eine Zelle, welche daher der Makrospore eines heterosporen Pteridophyten homolog ist (vgl. Abb. 273), liefert bei den Gymnospermen ein dem Prothallium homologes Gewebe, welches das primäre Endosperm genannt wird und Archegonien ausbildet; bei den Angiospermen wird sie zum Embryosack (Keimsack), in dem Zellteilungen vor sich gehen, welche eine Anzahl charakteristischer Zellen liefern. In dem der Mikropyle zugewendeten Teile des Embryosackes findet sich die Eizelle nebst zwei als Synergiden bezeichneten Zellen (alle drei bilden zusammen den „Eiapparat"); an dem der Chalaza zugewendeten Teile finden sich die Antipodenzellen, zumeist in der Zahl 3; in dem verbleibenden Teile des Embryosackes finden sich die zwei Polkerne (Zentralkerne, sekundäre Embryosackkerne), die nicht selten frühzeitig zu einem Kern verschmelzen. Ausführlicheres über den Bau des Embryosackes und über die Homologisierung desselben mit Teilen des archegonientragenden Prothalliums soll später bei Besprechung der Angiospermen mitgeteilt werden.

Die Gesamtheit der Samenanlagen tragenden Teile einer Blüte nennt man Gynoeceum[109]). Die aus Carpellen gebildeten Organe der Blüten der

---

zum Mindesten nicht bewiesenen Anschauung, daß diese Bildungen den Makrosporophyllen homolog sind.

[109]) Kraus G., Gynaeceum oder Gynoeceum? Verh. d. phys.-med. Ges. zu Würzburg, N. F., XXXIX., 1907. — Das Wort ist von γυνή und οἶκος abzuleiten, nicht vom Stamme γυναικ.

Angiospermen werden auch als Stempel (Pistill) bezeichnet. Wenn mehr als ein Carpell in der Blüte enthalten sind, so sind sie entweder frei (apokarpes Gynoeceum) oder mehr minder miteinander verbunden (synkarpes Gynoeceum).

Die Blüten enthalten entweder nur männliche oder weibliche Fortpflanzungsorgane (eingeschlechtige, diklinische Blüten) oder sie enthalten beiderlei Organe (zwitterige, zweigeschlechtige, monoklinische Blüten). Im ersteren Falle finden sich männliche und weibliche Blüten auf verschiedenen Individuen (diöcisch, zweihäusig) oder auf demselben Individuum (monöcisch, einhäusig); Pflanzen mit Zwitterblüten und eingeschlechtigen Blüten auf demselben Individuum nennt man polygam (vielehig) oder polyöcisch.

Die Befruchtung wird in allen Fällen dadurch eingeleitet, daß das Pollenkorn in seiner Gänze zum weiblichen Organe gelangt. Dies geschieht nur selten in der Art, daß die Antheren mit empfängnisfähigen Stellen der Fruchtblätter in direkte Berührung kommen. Zumeist werden die Pollenkörner durch den Wind (anemogame oder windblütige Pflanzen) oder durch Tiere (zoogame Pflanzen), ab und zu durch das Wasser (hydrogame Pflanzen) zu den empfängnisfähigen Stellen gebracht. Mit Anpassungen an diese Arten der Pollenübertragung hängt auch die morphologische Ausgestaltung der Blüten und ihrer Teile zusammen. Bei anemogamen Pflanzen finden sich in den Blüten außer den Geschlechtsorgane tragenden Blättern zumeist nur solche, die dem Schutze jener dienen. Pollen wird in großer Menge produziert, er ist relativ leicht und nicht kohärent; an den Pistillen finden sich Einrichtungen, die dem Auffangen der Pollenkörner dienen. Bei zoogamen (entomogamen, insektenblütigen oder ornithogamen, vogelblütigen) Pflanzen finden sich Einrichtungen, welche ein Anlocken der Tiere (bunte Korollen, Nektarien, Futtergewebe, Duftstoffe absondernde Organe etc.) bezwecken, ferner oft solche, welche einen Besuch durch ganz bestimmte Tiere gewährleisten. Der Pollen ist zumeist klebrig und wird oft durch recht komplizierte Einrichtungen auf bestimmte Stellen des tierischen Körpers gebracht. Die Anpassung an die Übertragung des Pollens durch den Wind erfolgte früher, weshalb die entwicklungsgeschichtlich tiefer stehenden Anthophyten (z. B. die Gymnospermen) anemogam sind; die Anpassung an die Übertragung durch Tiere trat erst viel später ein und äußert sich in der zunehmenden Ausgestaltung der Blüten bei den höheren Anthophyten (Angiospermen). Dies schließt natürlich nicht aus, daß in manchen Fällen wieder sekundär eine Anpassung an die Windbestäubung eintrat[110]).

[110]) Literatur über Blütenökologie: Sprengel Ch. K., Das entdeckte Geheimn. d. Natur im Bau u. in der Befruchtung der Blumen, 1793. — Hildebrand F., Die Geschlechterverteilung bei den Pflanzen. Leipzig 1867. — Delpino F., Ulteriori osservazioni sulla dicogamia nel regno veget. Milano 1868—1870. — Müller H., Die Befruchtung d. Blumen durch Insekten u. d. gegenseitige Anpassung beider, Leipzig 1873; Alpenblumen, ihre Befruchtung etc., 1881. — Darwin Ch., The Effects of cross and self fertil., 1876; On the var. contriv. by which Orchid. are fertil., 1877; The diff. forms of flow. on pl.,

Bei den einfachsten Anthophyten, den Gymnospermen, gelangt das Pollenkorn bei der Befruchtung direkt auf die Samenanlage, und zwar durch die Mikropyle oft in eine Aushöhlung des Nucellus, welche Pollenkammer genannt wird (vgl. z. B. Abb. 275, Fig. 1). Bei den Angiospermen kann das Pollenkorn, da die Samenanlage vom Fruchtknoten umhüllt wird, nicht direkt zur Samenanlage gelangen; dem Auffangen der Pollenkörner dient ein Teil des Carpells, welcher Narbe (Stigma) genannt wird und diesem Zwecke entsprechende Einrichtungen aufweist. Die Narbe wird häufig von einer stielartigen Verlängerung des Carpells getragen, dem Griffel (Stylus). An der Bildung der Narbe und des Griffels können auch mehrere Fruchtknotenblätter beteiligt sein.

Der Befruchtung gehen Teilungen im Innern der Pollenkörner voraus. Es entstehen bei den Gymnospermen mehrere, bei den Angiospermen eine vegetative Zelle, welche — da das ganze Pollenkorn der Mikrospore homolog ist — den vegetativen Zellen des männlichen Prothalliums der heterosporen Pteridophyten entsprechen (Abb. 181). Es entstehen ferner in jedem Pollenkorne mindestens zwei sexuelle (generative) Zellen, respektive Kerne, welche den Spermatozoiden in den Antheridien der Pteridophyten homolog sind. Bei den meisten Gymnospermen geht überdies noch der Bildung dieser beiden Zellen eine Zellteilung voraus, welche (vgl. die Bildung der Zelle *w* in Abb. 181, Fig. 7 *b* und 8) in auffallender Weise an Vorgänge bei der Antheridienbildung erinnert. Bei dem Befruchtungsakte werden die zwei generativen Kerne durch die sich öffnende Membran des Pollenkornes entlassen. Bei den einfachsten Anthophyten *(Cycadinae, Ginkgoinae)* gelangen dabei diese zwei Zellen als bewimperte Spermatozoiden schwimmend zur Eizelle; die hierzu nötige Flüssigkeit wird von der Samenanlage ausgeschieden. Bei den übrigen Gymnospermen und den Angiospermen treibt das Pollenkorn bis zur Eizelle eine schlauchartige Verlängerung, den Pollenschlauch, der erst in unmittelbarer Nähe der Eizelle sich öffnet und die beiden Spermakerne entläßt. Bei den Angiospermen erreicht der Pollenschlauch oft eine sehr bedeutende Länge, da er durch die Narbe, den Griffel und eventuell noch durch Teile des Fruchtknotens hindurchwachsen muß,

---

1877. — Lubbock J., Blumen und Insekten in ihrer Wechselbeziehung. Deutsche Übers., Berlin 1877. — Kerner A., Das Pflanzenleben, 2. Bd., 1. Aufl., Leipzig 1891, 2. Aufl., 1897. — Loew E., Blütenbiologische Floristik des mittl. u. nördl. Europa, Stuttgart 1894; Einführung in die Blütenbiologie, Berlin 1895. — Ludwig F., Lehrb. der Biologie, Stuttgart 1895. — Knuth P., Handbuch der Blütenbiologie, 2. Aufl., Leipzig 1898—1905. — Plateau, Nouv. rech. s. l. rapp. ent. l. ins. et l. fl. Mem. Soc. zool. France, 1899. — Giltay, Üb. d. Bed. d. Krone b. d. Blüten. Jahrb. f. wiss. Bot., 1904 u. 1905. — Kirchner O. v., Loew E. und Schröter C., Lebensgesch. d. Blütenpflanzen Mitteleur. 1908 etc. — Kirchner O., Blumen und Insekten, 1911. — Porsch O., Neuere Unters. üb. Insektenanlockungsmittel. Mitt. d. naturw. Ver. Univ. Wien 1909; Methodik d. Blütenbiologie in Abderhalden, Handbuch d. biolog. Arbeitsmethoden, 1922. — Schnarf K., Vergl. Charakt. d. Vogelbl. Jahresb. d. Gymn. Wien, VI. Bez., 1912—1913. — Neger Fr. W., Biologie d. Pfl. auf exp. Grundl. 1913. — Werth E., Überbl. üb. d. Gesamtfr. d. Ornithoph., Botan. Jahrb., LIII., 1915. — Knoll F., Insekten u. Blumen. Heft 1, 1921.

um zur Eizelle zu gelangen. Näheres über den Befruchtungsvorgang enthalten die Abschnitte über die beiden Unterabteilungen der Anthophyten.

Die Befruchtung hat zunächst die Weiterentwicklung der Eizelle zum Embryo zur Folge. An dem der Mikropyle zugewendeten Teile bildet sich hierbei der Embryoträger aus. Der Embryo zeigt im fertigen Zustande in der Regel eine Gliederung in die Wurzelanlage (Radicula), in die Sproßanlage (Plumula) und in die Keimblätter (Cotyledonen) (Ausnahmen insbesondere bei Epiphyten, Parasiten und Saprophyten).

Mit dieser Weiterentwicklung der Eizelle gehen aber auch mehr oder minder weitgehende Veränderungen der ganzen Samenanlage Hand in Hand; es tritt Neubildung von Geweben und wesentliche Änderung der vorhandenen ein: die Samenanlage wird zum Samen. Dabei liefern die Integumente die Samenschale (Testa). Im Innern des Samens findet Speicherung von Reservestoffen in den Nährgeweben (Sameneiweiß, Albumen) statt; dieselben gehen entweder aus dem Nucellus hervor (Perisperm) oder aus dem „primären Endosperm“ der Gymnospermen oder endlich aus einem Gewebe, das bei den Angiospermen nach der Befruchtung im Embryosacke entsteht. Die beiden letzterwähnten Gewebe werden als Endosperm schlechtweg oder — im Gegensatze zum primären Endosperme der Gymnospermen — als „sekundäres Endosperm“ bezeichnet.

In manchen Fällen kommt Entwicklung der Eizelle zum Embryo ohne Befruchtung vor: Parthenogenese. Auch abnorme Weiterentwicklung von Nucellarzellen etc. zu Embryonen ist beobachtet worden (Nucellarembryonen etc.).

Die Samen zeigen in bezug auf Form und Bau außerordentliche Mannigfaltigkeit, die zum Teil mit Anpassungen an verschiedene Arten der Samenverbreitung, mit Einrichtungen zur Erleichterung der Keimung etc. im Zusammenhange steht.

Manchmal wird die Samenanlage beim Heranwachsen zum Samen noch von einer weiteren, am Grunde der Samenanlage entspringenden Hülle, dem Samenmantel oder Arillus, umgeben.

Nach der Befruchtung erfolgt nicht bloß die Weiterentwicklung der Samenanlage zum Samen, sondern es gehen auch zumeist wesentliche Umgestaltungen der Fruchtblätter, bzw. Carpelle oder noch anderer Teile der Blüte vor sich. Die Gesamtheit der so entstehenden Bildungen bezeichnet man als Frucht. Der Bau der Früchte ist ein sehr verschiedener. Viele Eigentümlichkeiten sind gleichfalls als Anpassungen an die Verbreitung der Früchte, an das Ausstreuen und Verbreiten der Samen, an die Vorbereitung der Keimung usw. aufzufassen[111]). Fruchtbildung trotz unterbliebener Befruchtung und fehlender Samenbildung nennt man Parthenokarpie.

---

[111]) Literatur über Ökologie der Samen und Früchte: Hildebrand F., Die Verbreitungsmittel der Pflanzen. Leipzig 1873. — Huth E., Die Klettpflanzen mit bes. Berücksichtig. ihrer Verbreitung durch Tiere. Biblioth. botan., Heft 9. Cassel 1887. — Kerner A., Pflanzenleben, 2. Bd., 1. Aufl., Leipzig 1891, 2. Aufl., 1897. — Ludwig F.,

Außer der sexuellen Fortpflanzung durch Samen finden wir bei den Anthophyten die verschiedensten Arten vegetativer Fortpflanzung (wurzeltreibende Adventivknospen an Blättern, Stämmen, in Infloreszenzen und an Wurzeln, Ausläufer etc.). Insbesondere tritt vegetative Fortpflanzung manchmal ein, wenn die sexuelle unterdrückt wird.

Wie schon auf S. 261 erwähnt wurde, lassen sich die Anthophyten in zwei ganz wesentlich verschiedene Unterabteilungen einteilen, in die Gymnospermen und die Angiospermen. Die ersteren zeigen in vielfacher Hinsicht deutliche genetische Beziehungen zu den Pteridophyten.

Diese beiden Unterabteilungen unterscheiden sich vor allem durch folgende Merkmale (vgl. auch S. 261):

1. ***Gymnospermae.*** Samenanlagen niemals in ganz geschlossenen Fruchtknoten. Fruchtblätter die Samenanlagen offen tragend oder ganz oder nahezu ganz zur Bildung derselben aufgebraucht. Narben fehlen. Samenanlagen mit einem vor der Befruchtung ausgebildeten vielzelligen, dem Prothallium homologen Nährgewebe, dem primären Endosperm, in dem zumeist typische Archegonien entstehen. Die Pollenkörner enthalten unmittelbar vor der Befruchtung neben den sexuellen Zellen, respektive Kernen, noch mehrere vegetative Zellen, respektive Kerne. Die Übertragung der Pollenkörner auf die weiblichen Organe erfolgt fast stets durch den Wind. Blüten eingeschlechtig. Ausschließlich Holzpflanzen.

2. ***Angiospermae.*** Samenanlagen in geschlossenen Fruchtknoten. Narben vorhanden. Samenanlagen ohne typische Archegonien, mit einer Eizelle im Embryosacke. Ein als Endosperm bezeichnetes Nährgewebe entsteht erst nach der Befruchtung. Die Pollenkörner enthalten neben den sexuellen Zellen, respektive Kernen, nur eine vegetative Zelle. Die Übertragung der Pollenkörner auf die weiblichen Organe erfolgt durch Vermittlung des Windes oder durch Tiere, nur selten durch Wasser. Blüten eingeschlechtig oder zwitterig. Holzpflanzen oder krautige Pflanzen.

Lehrb. d. Biol. d. Pfl., Stuttgart 1895. — Wiesner J., Biol. d. Pflanzen, 2. Aufl., Wien 1902. — Spezielle Unters.: Steinbrinck C., Über ein Bauprinzip der aufspringenden Trockenfr. Ber. d. deutsch. bot. Ges., 1884 u. andere Arb. — Zimmermann A., Über mechan. Einrichtg. zur Verbr. d. Samen u. Früchte. Jahrb. f. wiss. Botan., 12. Bd. — Dingler H., Die Bewegung der pflanzlichen Flugorgane. München 1889. — Vogler P., Verbreitungseinr. d. schweiz. Alpenfl. Flora, 1901. — Sernander R., Entw. ein. Monogr. d. europ. Myrmekochoren, 1906. — Birger S., Üb. endoz. Samenverbr. d. Vögel. Sv. Bot. Tidskr., 1907. — Vgl. auch das auf S. 399 zitierte Werk von Kirchner, Loew und Schröter.

I. Unterabteilung. Gymnospermae[112]), Nacktsamige[113]).

Charakteristik vgl. die Vorseite.

Alle rezenten Gymnospermen sind Holzpflanzen. Ihre Stämme sind unverzweigt oder verzweigt, im letzteren Falle in der Regel monopodial aufgebaut und vielfach von großer Regelmäßigkeit der Verzweigung. Die Laubblätter überdauern zumeist mehrere Vegetationsperioden und zeigen dann xerophytische Struktur; sie sind in der Regel lederig, derb, nicht selten reduziert und schuppenförmig und dann geht ihre assimilatorische Tätigkeit zumeist zum Teile auf die peripheren Gewebe des Stammes über. Die Form der Laubblätter ist bei den einzelnen Klassen eine sehr verschiedene; während bei den *Cycadinae* sich relativ große gefiederte Blätter finden, sind jene der *Coniferae* vorherrschend schmal nadelförmig, jene von *Gnetum* gleichen durch ihre flächige Verbreiterung denen vieler dikotyler Pflanzen. Bei den *Cycadinae, Ginkgoinae, Coniferae* und den meisten *Gnetinae* finden sich in den Blattflächen unverzweigte oder dichotom (nur selten fiederig) verzweigte Leitbündel; *Gnetum* nähert sich auch durch den netzigen Leitbündelverlauf den Dicotyledonen.

Dimorphismus der vegetativen Blätter durch Ausbildung schuppenförmiger Niederblätter und assimilierender Laubblätter ist häufig. Die Stellung der Blätter ist zumeist eine schraubige; bei einem Teile der *Cupressaceae* und bei den *Gnetinae* herrschen quirlige oder gegenständige Blätter vor. Die Leitbündel der Gymnospermen sind in der Regel kollateral. Ihre Xyleme bestehen in weitaus den meisten Fällen vorherrschend oder ausschließlich aus Tracheiden; Holzgefäße treten bei

---

112) = *Archispermae* Strasburger.

113) Wichtigste allgemeine Literatur: Richard L. A., Comment. bot. de Cycad. et Conif. Stuttgart 1826. — Endlicher St., Synopsis Coniferarum. 1847. — Hofmeister W., Vergleichende Untersuchungen etc. Leipzig 1851. — Van Tieghem Ph., Anatom. comp. d. l. fleur fem. et d. fruits des Cycad., Conif. et Gnet. Ann. de sc. nat. Bot., ser. V., tom. 10, 1869. — Strasburger E., Die Befr. b. d. Conif., Jena 1869; Die Conif. u. Gnetac., Jena 1872; Die Angiospermen u. Gymnosp., Jena 1879; Histol. Beitr. IV., Jena 1892. — Pfitzer W., Unters. üb. d. Entw. d. Embr. d. Conif. Bot. Zeitg., 1871. — Goebel K., Grundzüge d. System. u. speziellen Pflanzenmorphol., Leipzig 1882; Organographie der Pflanzen, 2. Teil, 2. Heft, 1900—1901. — Goroschankin J., Zur Kenntn. d. Corpuscula bei d. Gymn. Bot. Zeitg., 1883. — Belajeff W., Zur Lehre v. d. Pollenschlauche der Gymn. Ber. d. deutsch. bot. Ges., IX., 1891 u. XI., 1893. — Eichler W. u. Prantl K. in Engler u. Prantl, Natürl. Pflanzenfam., II. 1. Leipzig 1889. — Coulter J. M., The origin of Gymnosperms and the seed habit. Botan. Gaz., vol. XXVI. — Campbell D. H., A university textbook of Botany. New-York and London 1902. — Coulter J. M. and Chamberlain Ch. J., Morphology of Spermatophytes. I. New-York and London 1903; Morphol. of Gymnosp. Rev. edit., 1917. — Oliver F. W., The ovules of the older Gymnosperms. Ann. of Botany, vol. XVII, 1903. — Porsch O., Üb. einig. neuere phyl. bem. Ergebn. d. Gametophytenerf. d. Gymn. Festschr. d. nat. Ver. Un. Wien, 1907. — Kirchner O. v., Loew E. u. Schröter C., Lebensgesch. d. Blütenpfl. Mitteleur., I. Bd. 1908. — Coulter J. M., Evolutionary tendenc. among Gymnosp. Botan. Gaz., XLVIII., 1909; Hist. of Gymnosp. Pop. Sc. Mounthly., LXX., 1912. — Ernst A., Fortpfl. d. Gymnosp., Handw. d. Naturw., IV., 1913. — Vgl. auch die bei den einzelnen Klassen zitierte Literatur.

den *Gnetinae* auf. Für die Tracheiden der Gymnospermen ist das Vorkommen von Hoftüpfeln sehr charakteristisch. Die Leitbündel des Stammes sind ringförmig angeordnet; ihre Xyleme vereinigen sich zu einem im Innern das Mark umschließenden Holzkörper; ein die Xyleme mantelförmig umschließendes Cambium bewirkt sekundäres Dickenwachstum und damit zumeist „Jahresring"-Bildung. Bei einzelnen Cycadinen ist das primäre Cambium von relativ kurzer Tätigkeit; es treten in der Rinde sekundäre Cambien auf, welche sekundäre Holzbildung außerhalb des primären Holzkörpers veranlassen. Es dürfte dies als eine relativ ursprüngliche, an die *Cycadofilicinae* anknüpfende Eigentümlichkeit aufzufassen sein, während die analoge Holzbildung im Stamme klimmender *Gnetum*-Arten auch im Zusammenhange mit der Lebensweise dieser Formen stehen könnte. Die Leitbündel der Blätter sind jenen des Stammes ähnlich gebaut, in der Regel kollateral, nur bei manchen Cycadinen konzentrisch.

Sekretbehälter sind häufig, und zwar schleimführende bei den *Cycadinae*, Terpentinöl und Harz führende bei den übrigen Formen mit Ausnahme der *Gnetinae*. Eine Eigentümlichkeit der Blätter der meisten Gymnospermen sind Gewebe aus chlorophyllfreien Zellen, zum Teil mit zahlreichen Hoftüpfeln, welche die Leitbündel begleiten („Tracheidensäume", Transfusionsgewebe).

Die Blüten der Gymnospermen sind von sehr verschiedenem, oft recht kompliziert erscheinendem Baue, weshalb deren Deutung vielfach zu Diskussionen Anlaß gegeben hat. Indem die Einzeldarstellung der Besprechung der einzelnen Klassen vorbehalten bleibt, sollen hier nur einige allgemein orientierende Bemerkungen eingeschaltet werden. Die Blüten, ebenso in der Regel die ganzen Infloreszenzen, sind eingeschlechtig; Andeutungen einer regelmäßigen Zwitterigkeit der Infloreszenzen finden sich unter den rezenten Formen nur bei den *Gnetinae*.

Von relativ einfacherem Bau sind die männlichen Blüten. Sie bestehen aus Pollenblättern, die schraubig oder quirlig an der Achse angeordnet sind und weisen sehr häufig am Grunde ein aus schuppenförmigen Niederblättern bestehendes, als Schutzorgan fungierendes Perianth auf (vgl. beispielsweise Abb. 308, Fig. 2; Abb. 309, Fig. 2). Die männlichen Blüten stehen entweder terminal an einem mit Laubblättern besetzten Sproß oder in den Achseln von Laubblättern; immer besitzen sie begrenztes Wachstum. Je nach der Beschaffenheit der Achse zeigen sie zapfen- oder „kätzchen"-artiges Aussehen. Die achselständigen männlichen Blüten sind sehr häufig zu razemösen Infloreszenzen vereinigt, was mit Rücksicht auf die analogen Verhältnisse bei den weiblichen Blüten hervorgehoben zu werden verdient.

Die einzelne männliche Blüte weist in der Regel zahlreiche Pollenblätter auf. Am größten ist die Zahl bei den *Cycadinae*, am kleinsten bei den *Gnetinae*, wo sie bis auf 1 sinkt. Die Pollenblätter sind entweder schuppenförmig, bzw. Laubblättern ähnlich und tragen zahlreiche Pollensäcke auf der Unterseite, die dann nicht selten — den Sporangien der Pteridophyten analog — noch in Soris stehen (viele *Cycadinae*), oder

sie sind schildförmig *(Zamia, Taxus)* oder sie nähern sich schon in der Form den Staubgefäßen der Angiospermen durch Reduktion in der Zahl der Pollensäcke bis auf zwei, durch stielartige Umbildung des basalen Teiles (Filament) und durch Rückbildung des Blattendes in einen kurzen schuppenförmigen Teil, der in der Regel im Knospenzustande die Pollensäcke der darüber stehenden Pollenblätter deckt. Die extremen Fälle mit zahlreichen *(Cycadinae)* und mit zwei Pollensäcken *(Gnetinae)* sind durch eine lückenlose Reihe von Zwischenformen miteinander verbunden. Bei *Torreya taxifolia* u. a. vollzieht sich überdies der Übergang während der Ontogenie. Am oberen Ende der Blüten bestehen die Pollenblätter nicht selten nur aus einzelnen Pollensäcken, d. h. sie werden nahezu ganz zur Bildung derselben aufgebraucht, was mit Rücksicht auf ähnliche Vorkommnisse bei weiblichen Blüten nicht unwichtig ist.

Die Pollensäcke öffnen sich je nach Form und Stellung der Pollenblätter in sehr verschiedener Weise (Längs- und Querrisse[114]), ihr Öffnen wird durch eigentümliche Einrichtungen der äußersten Schicht der Wand (nicht durch ein fibröses Endothecium, wie bei vielen Angiospermen) bewirkt. Die Verbreitung der Pollenkörner erfolgt durch den Wind, nur bei *Welwitschia, Ephedra campylopoda* und wahrscheinlich bei *Gnetum* durch Insekten.

Viel mannigfacher sind die morphologischen Eigentümlichkeiten der weiblichen Blüten. Zunächst ist es verständlich und entspricht durchaus den Verhältnissen bei den meisten anderen Pflanzen, daß die Zahl der Fruchtblätter in den weiblichen Blüten gewöhnlich kleiner als die Zahl der Pollenblätter in den männlichen Blüten ist.

Am klarsten sind die Verhältnisse bei den *Cycadinae.* Hier finden sich bei *Cycas* Teile des Hauptstammes, die mit Fruchtblättern besetzt sind; der Stammscheitel besitzt nicht begrenztes Wachstum, sondern entwickelt nach den Fruchtblättern wieder Laubblätter; die Blüte ist hier noch von sehr einfacher Form; sie erscheint nicht einmal als etwas morphologisch scharf umgrenztes. Die Fruchtblätter selbst zeigen an ihrem sterilen Endteile noch deutlich den fiederigen Bau der Laubblätter und tragen die Samenanlagen am Grund an den beiden Flanken (vgl. Abb. 280, Fig. 1 u. 2).

Bei den anderen *Cycadinae* stellen die weiblichen Blüten zapfenartige Gebilde mit begrenztem Wachstum dar, die terminal gestellt und den männlichen Blüten vollkommen analog gebaut sind. Sie bestehen nur aus schraubig angeordneten Fruchtblättern, die von den Laubblättern wesentlich abweichen, je zwei Samenanlagen rechts und links am Grunde des schuppen- oder schildförmigen Endteiles tragen (vgl. Abb. 277, Fig. 4 u. 5 u. Abb. 280, Fig. 8). Die Zurückführung dieser Fruchtblattform auf denselben Typus, dem die von *Cycas* angehören, bereitet keine Schwierigkeit.

Abgesehen von den *Cycadinae* stehen die weiblichen Blüten achselständig in den Achseln von Deckblättern, nur selten einzeln, meist zu Infloreszenzen vereinigt. Dabei sind in den allermeisten Fällen die vegeta-

---

[114]) Vgl. Goebel K. in Flora, Ergänzungsband 1902.

tiven Teile der Fruchtblätter stark (bis zum völligen Schwinden) rückgebildet, was verständlich erscheint, da die vegetativen Funktionen dieser Teile durch andere Organe (Deckblätter, Fruchtschuppen) übernommen werden können. Die einzelnen Blüten bestehen nur aus Fruchtblättern. Die Zahl der Fruchtblätter ist in jeder Blüte meist eine geringe (2 bei den

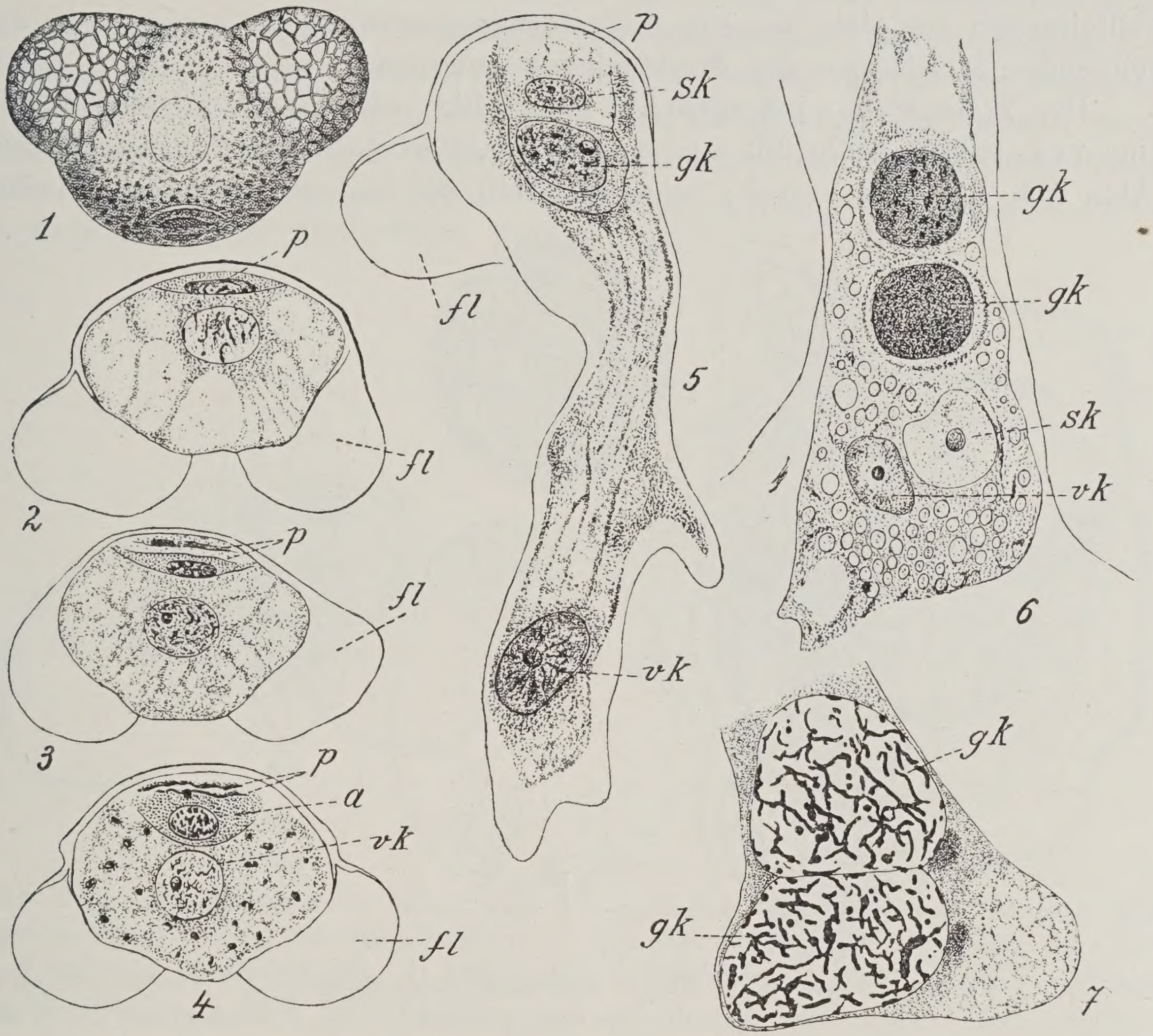


Abb. 271. Entwicklung des Pollenschlauches von *Pinus*. — Fig. 1. Pollenkorn von *P. silvestris*; vergr. — Fig. 2—7. Pollenkorn von *P. Laricio* in aufeinanderfolgenden Entwicklungsstadien. *p* reduzierte Prothalliumzellen, *a* antheridiale Zelle, *sk* Wandzelle resp. Wandzellkern, *vk* Pollenschlauchkern, *gk* generative Kerne (in Fig. 5 vor der Teilung), *fl* blasige Auftreibungen der Pollenkornwand. — In Fig. 5 erscheint der Pollenschlauch schon gebildet; in Fig. 6 sind die generativen Kerne in den Schlauch getreten, *sk* und *vk* in Desorganisation; Fig. 7 Ende des Pollenschlauches unmittelbar vor der Befruchtung. — Fig. 2—5 600fach, 6—7 500fach vergr. — Fig. 1 nach Luerssen, 2—7 nach Coulter und Chamberlain.

Ginkgoinae, bei den meisten *Abietaceae* und bei mehreren *Taxaceae,* 1 bei vielen *Taxaceae* und *Cupressaceae,* bei den *Auracarieae,* mehr als 2 bei den *Taxodioideae*), groß ist sie bei einzelnen *Cupressaceae.* Das Fruchtblatt selbst ist — wie schon erwähnt — nahezu ganz zur Bildung der Samenanlagen verbraucht, oder es erscheint noch als wallartiges Gebilde am Grunde der Samenanlagen. Bei den *Coniferae* kommt es vielfach zur Entstehung von

schuppenförmigen oder wulstförmigen Achsenbildungen zwischen Deckblatt und Samenanlage (Fruchtschuppen, Fruchtwülste) (vgl. Abb. 295).

Die weiblichen Infloreszenzen sind oft (z. B. *Abietaceae,* Mehrzahl der *Cupressaceae*) von zapfenartigem Aussehen und erinnern dann an die zapfenförmigen Einzelblüten der *Cycadinae.*

Vor der Befruchtung gehen im Pollenkorn mit großer Regelmäßigkeit Zellteilungen vor sich, die eine Homologisierung mit den Vorgängen in der keimenden Mikrospore der Pteridophyten zulassen.

Das Pollenkorn wird zunächst mehrzellig; es entsteht in allen Fällen eine vegetative Zelle mit dem vegetativen Kerne (Pollenschlauchkern) (Abb. 271, Fig. 4, 5 u. 6 *vk*; vgl. auch Abb. 281 und eine „antheridiale“

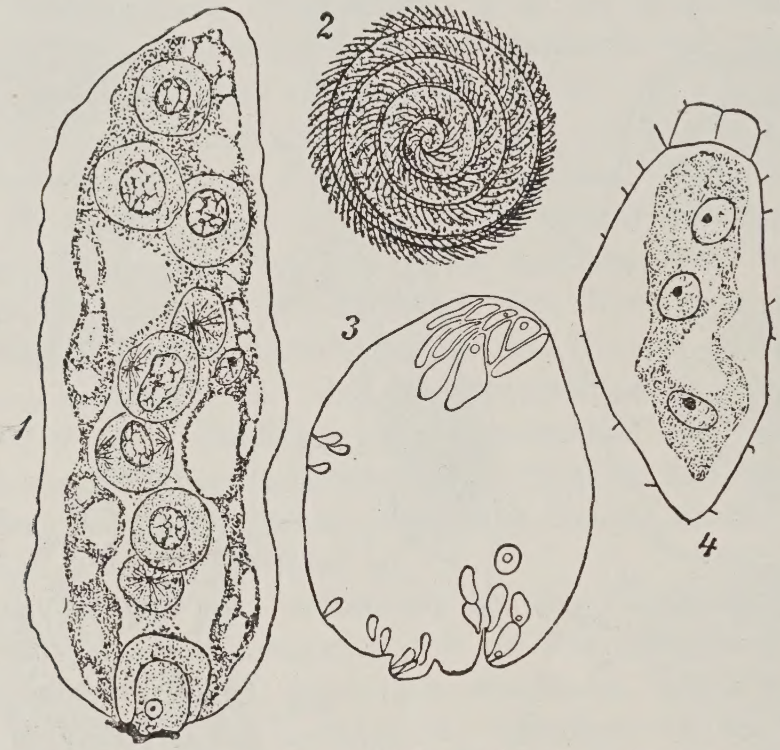


Abb. 272. *Microcycas calocoma.* — Fig. 1. Pollenschlauch, enthaltend 2 Prothallium- und 8 Körperzellen. — Fig. 2. Spermatozoid, von oben gesehen. — Fig. 3. Querschnitt durch das ♀ Prothallium mit zahlreichen Archegonien. — Fig. 4. Archegonium. — Nach Caldwell.

Zelle („Körperzelle“) (Abb. 271, Fig. 4 *a*) (8 bis 10 Körperzellen bei *Microcycas,* vgl. Abb. 272, Fig. 1). Überdies entstehen zumeist 1—2 Zellen (Abb. 271, Fig. 2—5 *p*), welche als Rudimente des Prothalliums sich deuten lassen und häufig bald rückgebildet werden. Die membranöse Abgrenzung der übrigen Zellen fehlt oder schwindet bald, so daß ihre Gegenwart nur durch die zugehörigen Kerne kenntlich ist. Die vegetative Zelle wird zum Pollenschlauche (Abb. 271, Fig. 5); die antheridiale Zelle gibt zunächst eine kleine vegetative Zelle („Stielzelle“ oder Wandzelle, beziehungsweise Stielzellkern oder Wandzellkern[115]), Abb. 271, Fig. 5 *sk*) ab und teilt sich hierauf in 2 Zellen, respektive Kerne, in die beiden genera-

[115]) Lotsy deutet diese Zelle als zweites reduziertes Antheridium und nennt sie daher „sterile generative Zelle“.

tiven Kerne oder Spermakerne, welche die Befruchtung vollführen (Abb. 271, Fig. 6 u. 7 *gk*). Bei den *Cycadinae* und *Ginkgoinae* gelangen diese 2 Kerne in polyziliaten Spermatozoiden zur Eizelle (bei *Microcycas* entsprechend der großen Zahl der Körperzellen bis 20 Spermatozoiden), bei allen anderen Gymnospermen fehlen Spermatozoiden. Bei *Taxus* ist der eine der beiden Spermakerne viel kleiner und geht zugrunde; Größendifferenzen zwischen den beiden Kernen überdies bei *Cephalotaxus Fortunei, Torreya* u. a. Mehr als die genannten Kerne finden sich im Pollenschlauche bei *Araucaria* (17—44), *Agathis* (bis 13), *Dammara robusta* (6—10), *Dacrydium, Podocarpus* u. a.; ob es sich hierbei um Vermehrung der Prothalliumzellkerne oder um reduzierte generative Kerne handelt, ist noch nicht in allen Fällen sichergestellt (vgl. Abb. 273 u. 274).

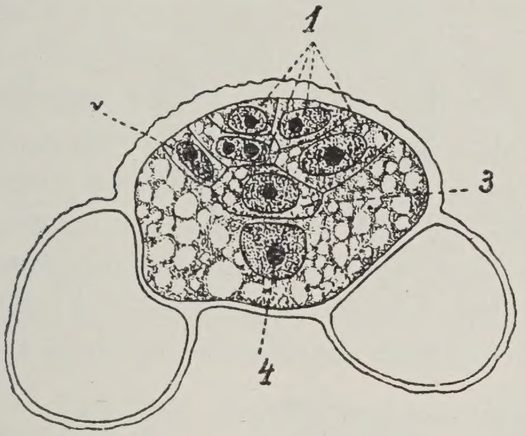


Abb. 273. Pollenkorn von *Podocarpus „totarra Hallii"*. — 1 Prothalliumzellen, 2 Wandzelle, 3 Körperzelle, 4 Pollenschlauchkern. — Nach Burlingame.

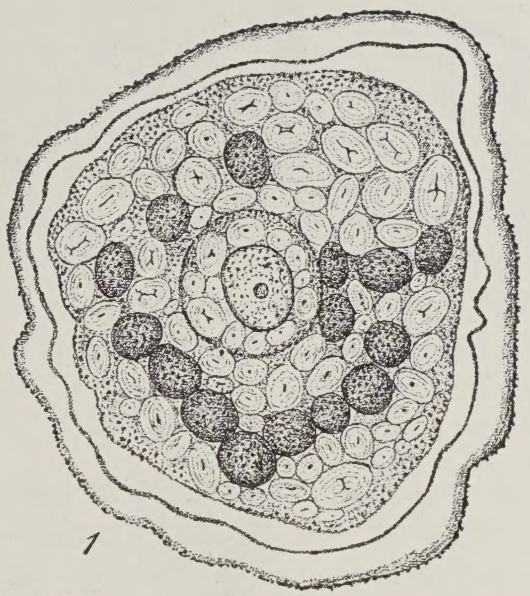


Abb. 274. Pollenkorn von *Araucaria Bidwiellii*; in der Mitte ein großer Kern mit Stärkehülle, ringsum 15 weitere Kerne. — Nach Lopriore.

Über die Homologisierung dieser Vorgänge mit jenen in den keimenden Mikrosporen der Pteridophyten vgl. S. 267 ff.

Die Samenanlagen der Gymnospermen zeigen in mehrfacher Hinsicht Ähnlichkeiten mit den Makrosporangien der Pteridophyten. Sie sind atrop oder anatrop und besitzen 1, seltener 2 Integumente. Das Integument ist häufig schlauchartig verlängert und fungiert dann als Pollen auffangendes Organ. In dem im Innern des Nucellus auftretenden sporogenen Gewebe verhält sich eine Zelle wie die Mutterzelle der Makrosporen; sie teilt sich in 4 Zellen (Reduktionsteilung). In dieser sich stark vergrößernden Zelle gehen freie Kernteilungen in großer Zahl vor sich; dieselben führen zu einem parenchymatischen Gewebe (homolog dem Prothallium), welches „primäres Endosperm" oder geradezu Prothallium genannt wird und wenigstens in seinem der Mikropyle zugewendeten Teile Archegonien ausbildet

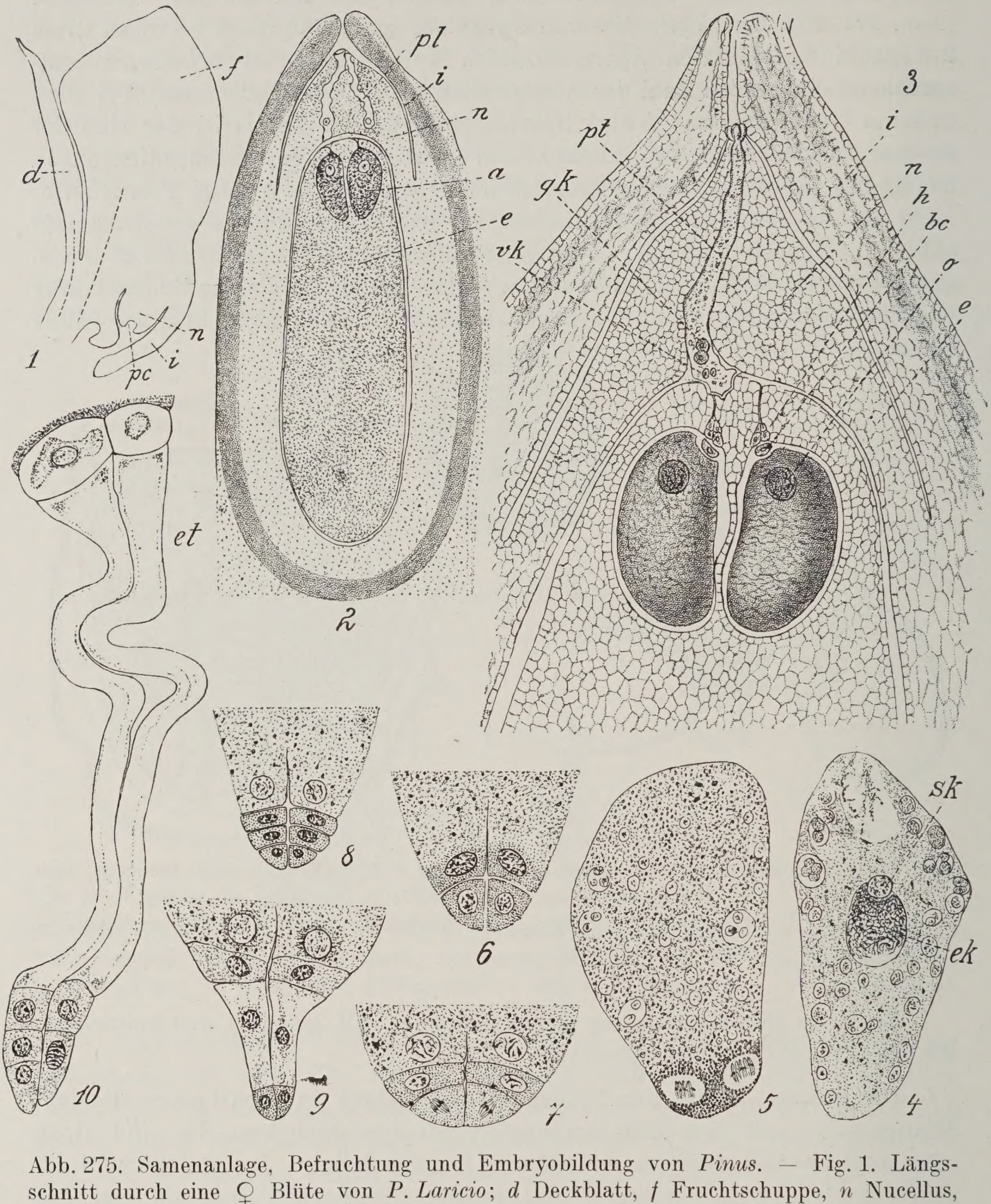


Abb. 275. Samenanlage, Befruchtung und Embryobildung von *Pinus*. — Fig. 1. Längsschnitt durch eine ♀ Blüte von *P. Laricio*; *d* Deckblatt, *f* Fruchtschuppe, *n* Nucellus, *i* Integument, *pc* Pollenkammer. — Fig. 2. Längsschnitt durch die Samenanlage von *P. Laricio*; *n*, *i* wie in Fig. 1, *e* primäres Endosperm (Prothallium), *a* Archegonium, *pl* Pollenschlauch. — Fig. 3. Oberster Teil der Samenanlage von *P. silvestris* im 2. Vegetationsjahre; *i*, *n*, *e* wie in Fig. 2, *o* Eizelle, *bc* Bauchkanalkern, *h* Halsteil des Archegoniums, *pt* Pollenschlauch, *gk* generative Kerne, *vk* vegetativer Kern. — Fig. 4. Eizelle von *P. silvestris* im Momente der Befruchtung; *ek* Eikern, *sk* Spermakern. — Fig. 5—10. Proembryobildung von *P. Laricio*; *et* Embryoträger. — Fig. 1 schwach, Fig. 2 14fach, Fig. 3 zirka 50 fach, Fig. 4 135fach, Fig. 5—10 zirka 100fach vergr. — Fig. 1, 2, 5—10 nach Coulter und Chamberlain, Fig. 4 nach Blackmann, Fig. 3 schem. nach Strasburger.

(*Cycadinae, Ginkgoinae, Coniferae;* vgl. Abb. 275, Fig. 2 u. 3). Bei einzelnen Formen (*Ginkgo* konstant, *Cycas* gelegentlich) ergrünt sogar das Prothallium und erlangt dadurch eine gewisse physiologische Selbständigkeit. In manchen Fällen unterbleibt die Gewebebildung, d. h. der feste Zusammenschluß der Zellen im oberen Teile des Endosperms (*Welwitschia, Gnetum Gnemon*) oder er unterbleibt sogar ganz (*Gnetum*-Arten). In den letzterwähnten Fällen kann auch die typische Archegonienbildung ausfallen und die Eizellen finden sich frei im oberen Teile des Endosperms. Die Zahl der Archegonien in einem Prothallium ist sehr verschieden (200 und mehr bei *Microcycas*, zumeist wenige [2—8], ein Archegonium nur bei *Torreya taxifolia*).

Die Archegonien (Abb. 272, Fig. 4; Abb. 275, Fig. 3; Abb. 313, Fig. 2) (früher Corpuscula genannt) sind jenen der Pteridophyten vollständig vergleichbar. Sie sind dem Endospermgewebe ganz eingesenkt, besitzen zumeist auffallend große Eizellen (Abb. 275, Fig. 3 *o*)[116]), keine Bauchwand[117]), einen kurzen Halsteil (*h*) ohne Halskanalzellen (Ausnahme bei *Microcycas*, wo ein Halskanalkern vorhanden ist, gelegentlich auch bei *Cephalotaxus*); dagegen wird die Bauchkanalzelle (*bc*) wie bei den Pteridophyten gebildet, wenn sie auch in der Regel nicht durch eine Membran abgegrenzt ist und daher nur durch den Bauchkanalkern repräsentiert wird. Der Halsteil des Archegoniums besteht bald nur aus 2, bald aus 4 Zellen, die durch Querwände zu ebensoviel Zellreihen werden können (2 Zellen bei *Cycadinae, Ginkgo, Cephalotaxus;* 2 und mehr Zellen bei den übrigen *Taxaceae* und bei den sonstigen *Coniferae*, zahlreiche Zellen bei *Ephedra*).

Zur Zeit der Befruchtungsfähigkeit scheiden die Samenanlagen einen Flüssigkeitstropfen aus, der bei der Mikropyle heraustritt[118]). An demselben bleiben die Pollenkörner haften. In dieser Flüssigkeit schwimmen die Spermatozoiden der *Cycadinae* und *Ginkgoinae* zu den Eizellen; diese Flüssigkeit spielt aber auch eine Rolle bei dem Eindringen der Pollenkörner in die Mikropyle, bzw. bei den *Cycadinae* und *Ginkgoinae* in die „Pollenkammer", eine im oberen Teile des Nucellus befindliche Aushöhlung. Bei diesen beiden Klassen dient der in das Nucellargewebe eindringende Pollenschlauch zur Befestigung und Ernährung des Pollenkornes; bei den übrigen Formen leitet er die Spermakerne zu den Eizellen. Bei *Ephedra* und *Welwitschia* wachsen die Eizellen den Pollenschläuchen entgegen.

---

[116]) Die größte bekannte Eizelle ist die von *Dioon*, welche 6 *mm* lang wird und einen Eikern von 500—600 μ Durchmesser enthält.

[117]) Eine der Bauchwand ähnliche Bildung entsteht durch Entwicklung einer „Deckschicht", welche in den Dienst der Ernährung der Eizelle tritt und entweder aus Prothalliumzellen (bei den *Cycadinae, Ginkgoinae* und einem großen Teil der *Coniferae*) oder aus in der Entwicklung zurückbleibenden Archegonanlagen entsteht (*Cupressaceae, Ephedra*) und dann einen ganzen Archegonkomplex einschließt.

[118]) Strasburger E., Die Bestäubung der Gymnospermen. Jenaische Zeitschr., Bd. VI, 1870. — Schuhmann C. in Verh. d. bot. Ver. d. Prov. Brandenb., XLIV., 1902. — Fuji K. in Ber. d. deutsch. bot. Ges., 1903. — Porsch O., *Ephedra campylopoda*, eine entom. Gymn., Ber. d. deutsch. bot. Ges., 1910.

Die Befruchtung besteht in der Verschmelzung des Spermakernes mit dem Eikerne (Abb. 275, Fig. 4). Sie erfolgt oft sehr lange nach der Bestäubung. Bis dahin befinden sich die Pollenkörner innerhalb des Integumentes eingeschlossen, welchem Zwecke verschiedene Verschlußeinrichtungen dienen[119]). Nach der Befruchtung erfolgen in der Eizelle rege Kernteilungen; dieselben führen bei *Ginkgo* direkt zur Embryobildung (Abb. 275*a*, Fig. 1 u. 2);

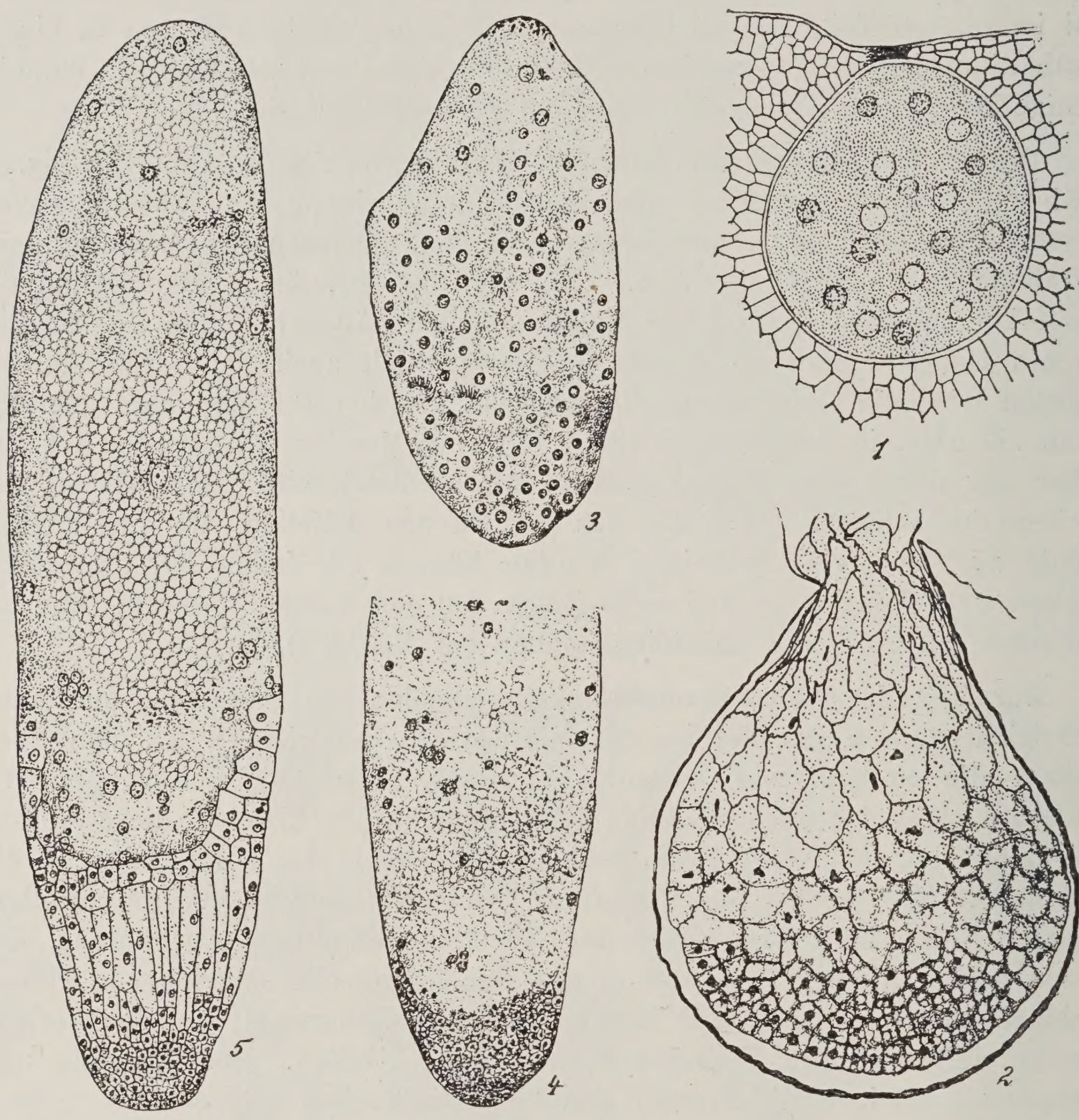


Abb. 275a. Embryobildung bei *Ginkgo* (Fig. 1 u. 2) und *Zamia* (Fig. 3—5). — Stark vergr. — Nach Coulter und Chamberlain.

bei den *Cycadinae* entsteht in dem der Mikropyle abgewendeten Teile der Embryo, während der übrige Teil zum „Suspensor" wird (Abb. 275*a*, Fig. 3—5); bei den übrigen Formen entsteht an dem der Mikropyle abgewendeten Pole der Eizelle ein 4- bis vielzelliges Gewebe, der Proembryo, in dem einzelne

[119]) Vgl. Himmelbaur W., Die Mikropylenverschlüsse der Gymnosperm. mit bes. Ber. v. *Larix*, Sitzb. d. Akad. d. Wissensch. Wien, CXVII., 1908.

Zellen sich schlauchförmig verlängern und als Embryoträger (Suspensor) den eigentlichen Embryo in das Endosperm versenken (vgl. Abb. 275, Fig. 5 bis 10). In der Regel entstehen mehrere, in manchen Fällen viele Embryonen, aber es entwickelt sich in einer Samenanlage zumeist nur einer weiter.

Der Bauchkanalkern ist bei vielen Formen bei der Befruchtung und Embryobildung nicht beteiligt, er wird desorganisiert; bei anderen Formen beteiligt er sich unter amitotischen Teilungen an der Bildung der Nährgewebe; bei *Abies balsamea, Ephedra* und vermutlich einigen anderen geht diesen Teilungen des Bauchkanalkernes eine Fusion desselben mit einem Spermakern voraus („doppelte Befruchtung", Abb. 314)[120]).

Die Embryonen tragen 2 bis 15 Keimblätter (2 bei den *Cycadinae, Ginkgoinae, Taxaceae,* bei den meisten *Cupressaceae,* bei den *Gnetinae*); bei den *Cycadinae* verwachsen die beiden Keimblätter sehr häufig miteinander[121]).

Eine morphologische Unterscheidung zwischen Samen und Früchten ist nur in jenen Fällen möglich, wo außer den Samenanlagen sterile Teile der Fruchtblätter vorhanden sind (z. B. *Cycadinae*); in allen den zahlreichen Fällen, in welchen das Fruchtblatt ganz zur Bildung der Samenanlagen aufgebraucht wird, decken sich die beiden Termini.

Die reifen Samen sind von verschiedener Beschaffenheit. Bei den *Cycadinae, Ginkgoinae* und einzelnen *Taxaceae* sind sie steinfruchtartig, da der äußere Teil der Samenschale, d. i. des Integumentes fleischig, der innere hart wird. Bei *Taxus* und *Torreya* wird der hartschalige Samen von dem fleischig gewordenen Fruchtwulst umgeben, bei anderen Taxaceen werden die der Samenanlage benachbarten Achsenteile fleischig. Bei den *Abietaceae* und *Cupressaceae* sind die Samen hartwandig; wesentliche Veränderungen erfahren hier nach der Befruchtung die „Fruchtschuppen" oder die Deckblätter, in deren Achseln die Blüten stehen; es entstehen auf diese Weise aus den Blütenständen Fruchtzapfen; je nachdem die erwähnten Teile holzig oder saftig werden, spricht man von Holzzapfen oder Beerenzapfen. Bei *Gnetum* kommen beerenartige Früchte dadurch zur Entwicklung, daß die äußerste Hülle fleischig, das Integument holzig wird; bei *Ephedra*-Arten entstehen beerenartige Früchte durch das Saftigwerden der den Samen

---

[120]) Vgl. Herzfeld St., *Ephedra campylopoda.* Morphol. d. weibl. Blüte u. Befruchtungsorgane. Denkschr. d. Wiener Akad., 98. Bd., 1922 und die dort zitierte Literatur, speziell Hutchinson A. H., Fertilisation in *Abies bals.* Bot. Gaz., 1915, ferner Blackman V. H., Cytol. feat. of fert. and relat. phen. in *Pinus silv.* Phil. Trans. R. Soc. London, ser. B, vol. 190, 1898, speziell Fig. 396 auf Taf. 14.

[121]) Tubeuf K. v., Samen, Früchte und Keiml. etc., 1891. — Hill T. G. and Fraine E. de, On the seedling struct. of Gymnosp. I. Ann. of Bot., XXII., Nr. 88, 1908. — Thiessen R., The vascul. anat. of the seedl. of *Dioon.* Bot. Gaz., XLVI., 1908. — Helen Angela, The seedl. of *Ceratoz.* Bot. Gaz., XLVI., 1908; Abb. in Coulter u. Chamberlain, Morph. of Gymn., p. 429, 1910. — Matte H., Sur le développem. morph. et anat. de germ. des Cycad. Mem. de la Soc. Linn. d. Norm., XXIII., 1908. — Hill T. G. and Fraine E. de, On the seedl. struct. of Gymnosp. Ann. of Bot., XX.—XXIV., 1906—1910. — Doreby H. A., Embr. and seedl. of *Dioon.* Bot. Gaz., LXVII., 1909.

zunächst stehenden Hochblätter. — Fruchtbildung, bzw. Samenbildung ohne Embryoentwicklung ist häufig.

Daß die Gymnospermen in ihrer heutigen Umgrenzung eine überaus bemerkenswerte Zwischenstellung zwischen den Pteridophyten und den Angiospermen einnehmen, ist sicher. Die Homologien zwischen den heterosporen Pteridophyten und den Gymnospermen wurden in diesem Buche schon wiederholt (vgl. z. B. S. 265, 267, 269, 272) besprochen; besonders bei denjenigen Gymnospermen, die gegenwärtig an den Beginn des Systemes gestellt werden (*Cycadinae*), sind diese Homologien ganz klar (Leitbündelbau, Bau der Prothallien, der Archegonien und Pollenkörner, Spermatozoiden). Anderseits weisen die höchstentwickelten Gymnospermen, die *Gnetinae*, auffallende Beziehungen zum Typus der Angiospermen auf (Beginn einer Fruchtknotenbildung, Andeutung zwitteriger Blüten bei *Welwitschia*, zwitteriger Infloreszenzen bei *Ephedra* und *Gnetum*, Unterbleiben einer festen Gewebebildung im Endosperm bei *Gnetum*-Arten, Auftreten von Holzgefäßen im Xylem etc.). Die Frage, inwiefern bestimmte Angiospermen mit den Gymnospermen in phylogenetische Beziehungen gebracht werden können, soll bei Besprechung der ersteren Erörterung finden.

Die Klarstellung der phylogenetischen Beziehungen der Gymnospermen ist daher für die Systematik der gesamten Blütenpflanzen von größter Bedeutung. Hier sei zunächst die Frage nach dem Anschlusse der Gymnospermen an die Pteridophyten erörtert[122]).

Bei einem Versuche der Beantwortung dieser Frage ist in Betracht zu ziehen, daß von den Gymnospermen, einer zweifellos sehr alten Pflanzengruppe, nur relativ spärliche Reste — fossil und rezent — auf uns gekommen sind und daß diese vielfach Endglieder von Entwicklungsreihen darstellen. Damit steht im Zusammenhang, daß die Beziehungen vieler der lebenden Gruppen zueinander recht lose sind; manche von ihnen machen geradezu den Eindruck isolierter, aussterbender Typen. Von den Gymnospermen stehen die *Cycadinae* den Pteridophyten außerordentlich nahe; sie sind durch die nunmehr gut bekannte Klasse der *Cycadofilicinae* (S. 389) mit den eusporangiaten *Filicinae* so verknüpft, daß es geradezu schwer fällt, präzise Unterscheidungsmerkmale anzugeben. Wenn man bedenkt, daß es noch nicht lange her ist seit der Zeit, in der man die Gymnospermen zu den „Phanerogamen" und die *Filicinae* zu den „Kryptogamen" rechnete und diese beiden Hauptabteilungen des Pflanzenreiches für scharf geschieden hielt, so tritt die große Bedeutung der Feststellung der *Cycadofilicinae* für die phylogenetische Forschung klar hervor.

Weniger leicht als die Feststellung der Beziehungen zwischen den *Cycadinae* und den *Filicinae* ist die Beantwortung der Frage, ob die übrigen Gymnospermen analogen Ursprung haben, ob also die Gymnospermen, wie sie in dem folgenden Systeme dargestellt werden, eine im allgemeinen einheitliche Gruppe darstellen oder nicht. Es kommt da insbesondere die Stellung der *Coniferae* in Betracht.

Bei dem Versuche der phylogenetischen Ableitung der *Coniferae* ist nämlich schon oft auf die unleugbare habituelle Ähnlichkeit mancher Formen mit Lycopodiinen, insbesondere mit *Lepidodendrales* und *Selaginellales* hingewiesen worden. Auch bei diesen finden sich ja, wie auf S. 339 und 342 hervorgehoben, ganz bemerkenswerte Annäherungen an den durch die Gymnospermen repräsentierten Typus. In Anbetracht der kaum zweifelhaften Beziehungen der *Cycadinae* zu den *Filicinae* ist nun in Erwägung zu ziehen, ob die

---

[122]) Zur Frage der Phylogenie der G. vgl. außer der S. 402 zitierten Literatur den Bericht über die Diskussion der Frage in der Linnean Society in New Phytolog., V., 1906 mit Beiträgen von F. W. Oliver, A. C. Seward, D. H. Scott, E. N. Thomas, W. C. Worsdell u. a. — Ferner: Burlingame L. L., The orig. and relat. of Arauc. Bot. Gaz., 1915. — Coulter J. M. and Chamberlain Ch. J., Morphol. of Gymn. Rev. ed., 1917. — Lotsy J. P., Vortr. üb. bot. Stammesg., II., 1909, III., 1911. — Scott D. H., Studies in foss. Bot., 2. ed., II., 1909; The pres. position of the theory of descent. etc., Rep. Brit. Assoc. Edinb., 1921. — Seward A. C., Fossil pl., III., 1917, IV., 1919. — Chamberlain Ch. J., The liv. Cycads and the phylog. of seed. pl. Am. Journ. of Bot., VII., 1920. — Wieland G. R., Distrib. and rel. of the Cycad. Journ. of Bot., VII., 1920.

Beziehungen der Koniferen zu den *Cycadinae* größer sind, als zu den *Lycopodiinae*. Es kann kaum zweifelhaft sein, daß ersteres der Fall ist.

Die Ähnlichkeiten zwischen *Lycopodiinae* und *Gymnospermae* beruhen insbesondere auf Blatt- und Stammform gewisser *Coniferae*, auf der Analogie zwischen dem Lycopodiinen-Sporophyll und der eineiigen Fruchtschuppe mancher Gymnospermen, sowie auf ähnlichen Vorgängen bei der Bildung des Prothalliums im weiblichen Gametophyten.

Diesen Ähnlichkeiten stehen jedoch einige sehr bemerkenswerte Verschiedenheiten gegenüber, so vor allem der Bau jener Organe, bei welchen sich die Sporophyllnatur am besten und am längsten erhalten hat, das sind die Pollenblätter. Es gibt keine Konifere, welche die Pollensäcke in der Einzahl am Grunde der Oberseite des Pollenblattes trägt, was der Fall sein müßte, wenn eine Homologie mit dem Mikrosporophyll der *Lycopodiinae* vorhanden wäre. Alle Koniferen, welche noch blattähnliche Pollenblätter besitzen, tragen die Pollensäcke auf der Unterseite des Pollenblattes und gerade bei denjenigen Gattungen, welche einen relativ primitiven Eindruck machen (*Araucaria*), ist die Zahl der Pollensäcke eine recht beträchtliche. Auch die Ähnlichkeit zwischen den Makrosporophyllen einer heterosporen Lycopodiine und der eineiigen Fruchtschuppen einzelner Koniferen (*Araucaria*) ist eine rein äußerliche; genauer morphologischer Vergleich hat gezeigt, daß es sich bei den in den Achseln der Tragblätter befindlichen Samenanlagen nicht um blattbürtige Sporangien handelt, sondern um ganze Blüten. Das Vorkommen eines Suspensors an den Embryonen der *Lycopodiinae* einerseits, der Koniferen andererseits kann nicht zur Homologisierung herangezogen werden, da in beiden Fällen der Suspensor entwicklungsgeschichtlich etwas ganz verschiedenes ist.

Nicht weniger wichtig als diese Verschiedenheiten erscheint der Umstand, daß die Verbindung der *Coniferae* mit den *Cycadinae* eine so enge ist, daß es sich kaum annehmen läßt, jene hätten eine ganz andere Herkunft als diese. Diese Verbindung stellen einerseits die *Ginkgoinae*, anderseits die fossilen *Cordaitinae* her. Die *Ginkgoinae* zeigen genau die gleiche Entwicklung des männlichen Gametophyten wie die *Cycadinae*; die Übereinstimmung erstreckt sich sogar auf die Ausbildung der polyciliaten Spermatozoiden. Davon, daß die *Ginkgoinae* von *Lycopodiinae* abzuleiten wären, kann keine Rede sein. Anderseits zeigen aber gerade die *Ginkgoinae* Samenanlagen, welche nicht an den Rändern oder Flächen von Fruchtblättern stehen, sondern ganzen Fruchtblättern entsprechen. Dasselbe zeigen die fossilen *Cordaitinae*. Damit nähern sich aber diese beiden Klassen so sehr den Koniferen, daß die im ersten Momente so auffallende Verschiedenheit dieser letzteren von den *Cycadinae* an Bedeutung verliert. Auch in allen anderen Merkmalen, so insbesondere im Stamm- und Wurzelbau, läßt sich die Verbindung der *Coniferae* mit den *Cycadinae* herstellen. Eine scheinbare Bestätigung hat die Annahme genetischer Beziehungen zwischen den Koniferen und den Lycopodiinen in jüngster Zeit durch sero-diagnostische Untersuchungen erfahren, insoferne, als Abietineen-Immunserum mit *Selaginella*-Extrakten positive Reaktionen gibt. Stark beeinträchtigt wird dieses Ergebnis indes durch die Tatsache, daß zwischen den zweifellos verwandten *Cycadinae* und *Ginkgoinae*, zwischen den ebenso zweifellos verwandten *Araucarieae* und den übrigen Koniferen keine Verwandtschaftsreaktion eintrat[123]).

---

[123]) Vgl. Kirstein K., Serodiagn. Untersuch. üb. die Verw. innerh. d. Gymn., Dissert. Königsberg, 1918. — Mez C. u. Kirstein K., Serodiagn. Untersuch. üb. die Gr. d. Gymnosp., Beitr. z. Biol., XIV., 1920. — Koketsu R., Serodiagn. Untersuch. an d. Gymn. Tokyo, Bot. Mag., XXXI., 1917; Dasselbe in jap. Spr., a. a. O., 1917. — Die serodiagnostischen Ergebnisse in Bezug auf die Gymnospermen bedürfen auch aus anderen Gründen zweifellos einer Überprüfung. So gibt *Ginkgo*-Serum mit *Taxus*- oder *Torreya*-Extrakt nach Koketsu keine oder sehr schwache Reaktion, während nach Mez und Kirstein nahe Verwandtschaft besteht. Ferner hat Koketsu nachgewiesen, daß beispielsweise Immunserum von *Podocarpus macrophylla* mit *Ginkgo*-Extrakt eine starke Reaktion gibt, während die Umkehrung des Versuches (Immunserum von *Ginkgo* mit *Podacarpus*-Extrakt) reaktionslos verläuft. — Die sero-diagnostische Methode kann eben, wie alle anderen phylogenetischen Methoden, nicht für sich allein ausschlaggebend sein, sondern bedarf der Kontrolle durch die vergleichende Morphologie.

Die *Gnetinae* zeigen überhaupt keine direkten Beziehungen zu irgend einer Gruppe der *Pteridophyta*, sondern weisen in Bezug auf ihre Herkunft auf den Typus der *Coniferae* hin.

Die oben erwähnte Ähnlichkeit mancher Gymnospermen mit den heterosporen *Lycopodiinae* dürfte demnach nicht auf Verwandtschaft beruhen, sondern einen, allerdings sehr bemerkenswerten, Fall von Analogie und Konvergenz darstellen; die Gesamtheit der Gymnospermen dürfte von farnähnlichen Pteridophyten abzuleiten sein. Das Ergebnis der vorstehenden Erörterungen kann demnach in Kürze folgendermaßen präzisiert werden: Die lebenden Gymnospermen stellen einen Pflanzentypus dar, der insoferne ein einheitlicher ist, als er durchwegs auf farnähnliche Pteridophyten durch Vermittlung der *Cycadofilicinae* zurückzuführen ist; die Einheitlichkeit der ganzen Unterabteilung tritt dadurch nicht so klar hervor, daß es sich bei den lebenden Gymnospermen um Reste einer ehemals reicher gegliederten Pflanzengruppe handelt, die vielfach die Endglieder der Verzweigungen des gemeinsamen Stammbaumes darstellen.

Wie schon erwähnt, soll die Frage der Ableitung der Angiospermen vom Typus der Gymnospermen später behandelt werden; hier sei nur noch eine kurze Übersicht der Entwicklungsrichtungen innerhalb der Gymnospermen gegeben, um an diese dann jene Erörterungen anknüpfen zu können. Hierbei ist wieder zu beachten, daß die jetzt lebenden Gymnospermen nicht eine Entwicklungsreihe darstellen, so daß die Endpunkte der Entwicklung an verschiedenen Stellen des Systemes zu finden sind.

Im anatomischen Baue des Stammes zeigt sich eine immer stärkere Ausprägung der Anordnung der Leitbündel in einem Zylinder; die Bündel erhalten kollateralen Bau und sekundäres Dickenwachstum. Allmählich treten in den Xylemen neben Tracheiden Holzgefäße auf. In Bezug auf die Tüpfelung der Tracheiden herrscht bei relativ primitiven Formen „araukarioide“ Tüpfelung vor. d. h. die Hoftüpfel stehen dicht gedrängt, vielfach mehrreihig und sich gegenseitig abplattend, während bei den abgeleiteten Formen von einander entfernte, abgerundete Tüpfel vorherrschen[124]).

An den vegetativen Blättern zeigt sich fortschreitend und parallel mit der Zunahme der Blattzahl eine Vereinfachung der Blattfläche.

Besonders stark tritt die Reduktion der sterilen Teile der Makrosporophylle hervor; sie führt zum vollständigen Aufbrauchen des Sporophylls bei der Bildung einer Samenanlage (*Coniferae*). Die Zahl der Makrosporophylle (Fruchtblätter) in einer Blüte wird reduziert bis auf 1; dagegen tritt die Anhäufung der Blüten in Infloreszenzen stark hervor.

Auch die Mikrosporophylle (Staubblätter) erfahren eine fortschreitende Vereinfachung; das Extrem stellt uns das Staubblatt bei den *Gnetinae* dar mit einem Filament und 2 Pollensäcken. Ebenso wird die Zahl der Staubblätter in einer Blüte fortschreitend reduziert bis auf 1.

Bei den ursprünglicheren Gymnospermen finden sich im Anschlusse an die *Cycadofilicinae* in den Samenanlagen 2 Kreise von Leitbündeln; zunächst tritt eine Vereinfachung auf 1 Kreis ein, bis schließlich diese Leitbündel schwinden.

Im weiblichen Gametophyten drückt sich die Veränderung am stärksten in dem Zeitpunkte der Reifung der Eizelle aus. Es entsteht ein Prothallium durch freie Kernbildung und darauf folgende Abgrenzung der Zellen durch Membranen. Zunächst tritt die Eizelle erst spät im fertigen Prothalliumgewebe auf, dann erfolgt ihre Reife schon im Stadium der freien Kerne. Hand in Hand damit geht die Umbildung des Archegoniums. Zuerst schwinden die Halskanalzellen, die Reduktion der Halswandzellen schreitet bis zur Zahl 2, es entfällt dann die Membranbildung bei der Bauchkanalzelle, schließlich erscheinen die

---

[124]) Vgl. Gothan W., Zur Anat. leb. u. foss. Gymnosp.-Hölzer, Abh. d. pr. geolog. Landesanst., N. F., Heft 44, 1905; Potoniés Lehrb. d. Palaeobot., 2. Aufl., 1921. — Jeffrey E. C., The hist., comp. anat. etc. of *Araucarioxylon*. Proc. Ann. Ac. Sc., 98., 1913. — Penhallow D. P. A., Man. of the N. Am. Gymnosp., 1907; in diesem Buche auch Ausführungen über die Entwicklung der Harzgänge.

übrig bleibenden Teile des Archegoniums (Eizelle, Bauchkanalzelle, 2 Halswandzellen) ohne bestimmte Stellung zueinander und auch ohne Membranabgrenzung gegen einander. In der Zahl und Anordnung der Archegonien ist im allgemeinen Reduktion der Anzahl und Vereinigung zu einem einheitlichen Komplexe in der Mikropylarregion zu konstatieren.

Im männlichen Gametophyten zeigt sich fortschreitende Rückbildung der Prothalliumzellen. Die Zahl der generativen Zellen beträgt bald 2 und wird dann festgehalten; die Spermatozoidenbildung erlischt mit *Ginkgo*. Der Pollenschlauch tritt zunächst als Haustorium auf und übernimmt später die Überleitung der Spermakerne zu den Eizellen.

Die besser bekannten fossilen und die rezenten Gymnospermen lassen sich in 6 Klassen einteilen. Diese sind:

1. *Cycadinae.*
2. *Bennettitinae.*
3. *Cordaitinae.*
4. *Ginkgoinae.*
5. *Coniferae.*
6. *Gnetinae.*

1. Klasse. Cycadinae[125]).

Stamm nicht oder wenig verzweigt, ohne Holzgefäße im sekundären Holze. Laubblätter relativ groß, am Ende des Stammes gehäuft, schraubig angeordnet, gefiedert. Staubblätter

[125]) Richard L. Cl., Commentatio bot. de Conif. et Cycad. Stuttgart 1826. — Brongniart A., Recherch. sur l'organisat. de la tige des Cycad. Ann. d. sc. nat., Bot., ser. I., tom. XVI., 1829. — Mohl H. v., Über den Bau des Cycad.-Stammes. Denkschr. d. kön. Akad. zu München, X., 1832. — Miquel F. A. W., Monogr. Cycadearum. Utrecht 1842. — Mettenius G. H., Beitr. z. Anat. d. Cycad. Abh. d. k. sächs. Ges. d. Wissensch., VII., 1861. — Warming E., Undersogels. og Betragtn. ov. Cycad.; ferner Bidrag til Cycad. Naturh. Overs. over d. k. D. Vidensk. Selsk. forh., 1877—1879. — Treub M., Rech. s. l. Cycad. Ann. d. Jard. bot. Buitenzorg, II—IV., 1881—1884. — Solms-Laubach H., Die Sproßfolge der *Stangeria* u. d. übrig. Cycad. Bot. Ztg., 1890. — Lang W. H., Stud. in the developm. and morphol. of Cycad. Sporang. Ann. of Bot., XI., 1897 and XIV., 1900. — Worsdell W. C., Anatom. of stems of *Macrozamia* comp. with that of other gen. of *Cyc.* Ann. of Bot., X., 1896; The struct. and orig. of *Cycad.* Ann. of Bot., XX., 1906. — Webber H. J., The developm. of the antherozoids of *Zamia*, Bot. Gaz., XXIV., 1897; Notes on the fecund. of *Zamia* and the pollen tube app. of *Ginkgo*, l. c., XXIV., 1897; Spermatogenesis and fecund. of *Zamia*, Washington 1901. — Ikeno P., Das Spermatozoid von *Cycas revoluta.* Bot. Mag. Tokyo, X., 1896; Unters. über die Entwickl. der Geschlechtsorg. und den Vorgang d. Befruchtg. von *Cycas revol.* Jahrb. f. wissensch. Bot., XXXII., 1898. — Coulter J. M. and Chamberlain C., The embryogeny of *Zamia.* Bot. Gaz., 1903. — Chamberlain C., The ovule and female gametoph. of *Dioon.* Bot. Gaz., XLII., 1906; Spermatog. in *Dioon.* Bot. Gaz., XLVII., 1909; Fertil. and embryog. in *Dioon.* Bot. Gaz., L., 1910; Morphol. of *Ceratozamia.* Bot. Gaz., LIII., 1912; The living cycads. Chicago 1919; The liv. cycad. and the phylog. of seed pl. Am. Journ. of Bot., VII., 1920. — Wieland G. R., American fossil Cycads. Publ. Carnegie Instit., I., 1906; II., 1916. — Miyake K., Üb. d. Spermatoz. von *Cyc. rev.* Ber. d. deutsch. bot. Ges., XXIV., 1906. — Pearson, Not. on S. Afr. Cycad. Transact. S. Afr. phil. Soc., XVI., 1906. — Smith F. H., Morphol. of the Arauc. and devel. of microsporang. of Cycad. Bot. Gaz., XLIII., 1907. — Caldwell O. W., *Microcycas calocoma.* Bot. Gaz., XLIV., 1907. — Lotsy J. P., Botanische Stammesgesch., II., 1909. — Sarton W. T., The devel. of embr. of *Enceph.* Bot. Gaz., XLIX., 1910. — Kershaw E. M., Struct. and developm. of the ovul. of *Bowenia.* Ann. of Bot., XXVI., 1912.

schuppen- oder schildförmig. Fruchtblätter die Samenanlagen am Rande tragend. Befruchtung durch polyciliate Spermatozoiden.

Habituell erinnern die *Cycadinae* vielfach an die *Marattiaceae* und Baumfarne einerseits, an die Palmen anderseits; ihre Stämme sind knollen- oder säulenförmig, selten nur von bedeutender Länge, an der Oberfläche zumeist mit den Resten der Blattstiele und der dazwischen befindlichen

Abb. 276. *Cycas circinalis*; in der Mitte des Blattschopfes die jungen Laubblätter und eine ♂ Blüte. — Original.

Niederblätter besetzt, an älteren Teilen nackt. Nicht blühende Stämme in der Regel unverzweigt; Verzweigung mitunter, insbesondere nach Verletzung des Stammscheitels, durch Adventivsprosse oder durch Gabelung des Scheitels. Blühende Stämme sind nur scheinbar unverzweigt; in Wirklichkeit sind sie infolge der terminal stehenden Blüten sympodial aufgebaut. Der Stammquerschnitt zeigt rings um das mächtige Mark einen einzigen Ring von kollateralen Leitbündeln mit normalem sekundärem Dickenwachstum durch Cambiumtätigkeit (*Zamia, Dioon, Ceratozamia* u. a.) oder es er-

lischt die Tätigkeit des primären Cambiums bald und es treten außerhalb desselben sukzessive neue ringförmige Cambiumzonen auf, welche schließlich zur Ausbildung zahlreicher konzentrischer Holzschichten führen (*Cycas*, *Encephalartos*, *Bowenia* u. a.). Bei *Encephalartos*- und *Macrozamia*-Arten überdies markständige Bündel. Schleimgänge in allen Organen.

Blätter schraubig und sehr dicht gestellt, zumeist schuppenförmige Niederblätter mit Laubblättern abwechselnd.

Laubblätter lederig und mehrjährig, am Ende des Stammes gedrängt, groß, einfach oder doppelt gefiedert mit oft rückgebildeter Endfieder. Im Knospenzustande sind die ganzen Blätter oder wenigstens die Fieder-

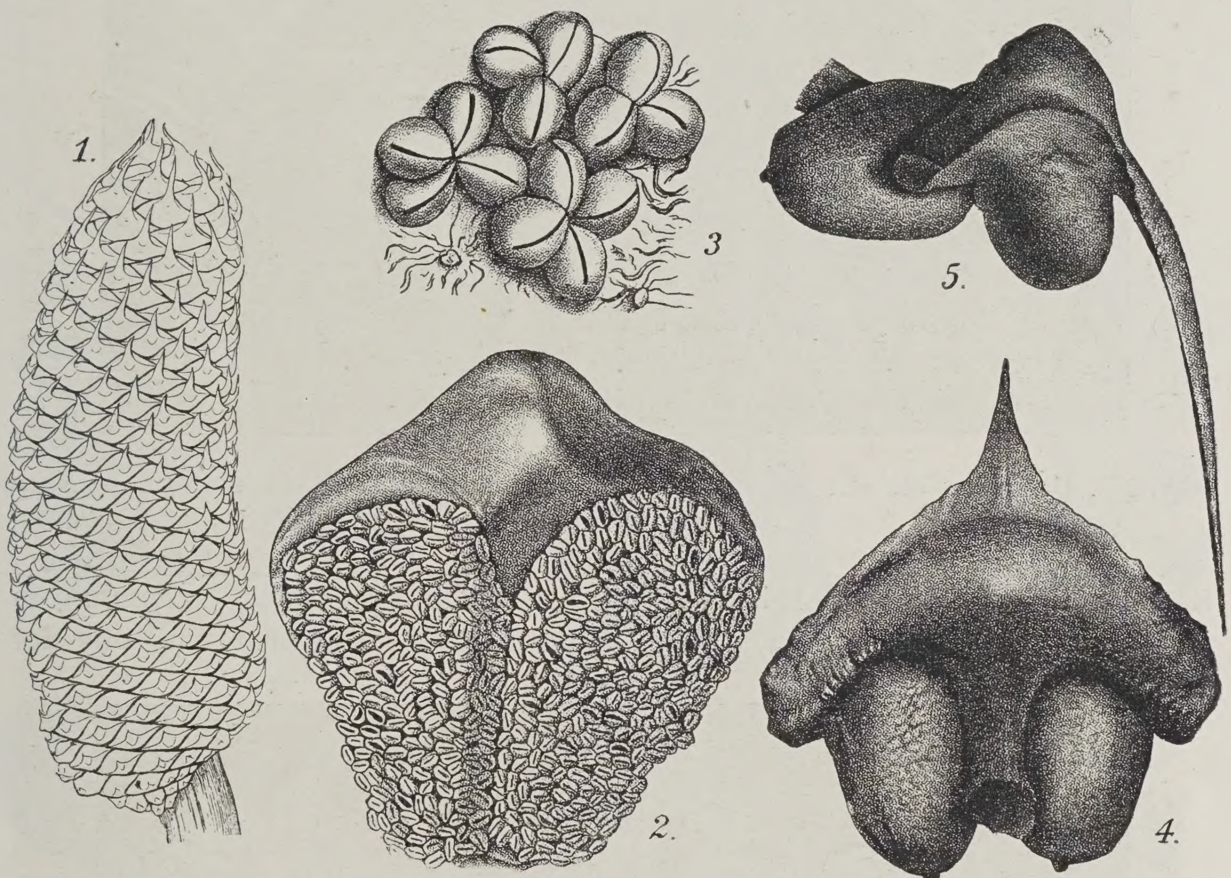


Abb. 277. Fig. 1. Männliche Blüte von *Macrozamia* sp.; verkl. — Fig. 2. Pollenblatt davon, von der Unterseite betrachtet; 4 fach vergr. — Fig. 3. Einige Pollensäcke von Fig. 2, stärker vergr. — Fig. 4 u. 5. Fruchtblatt von *Macrozamia* sp.; Fig. 4 von der Fläche, Fig. 5 von der Seite gesehen; nat. Gr. — Original.

abschnitte häufig eingekrümmt. In die Blätter treten je 2 Leitbündel ein, dieselben sind kollateral oder konzentrisch; die einzelnen Fiederabschnitte sind von je einem unverzweigten oder von einem sich verzweigenden Leitbündel oder von zahlreichen parallel verlaufenden Bündeln durchzogen.

Die Blüten sind stets e i n g e s c h l e c h t i g und z w e i h ä u s i g, vollständig perianthlos und endständig. Die männlichen Blüten bestehen in allen Fällen aus zahlreichen Staubblättern und sind zapfenförmig (vgl. Abb. 276 u. 277, Fig. 1); die Staubblätter sind schuppenförmig oder schildförmig und tragen die zumeist zahlreichen Pollensäcke auf der Unterseite (Abb. 277, Fig. 2), oft in Soris gruppiert (Abb. 277, Fig. 3).

Die weiblichen Blüten sind ebenfalls zapfenförmig (Abb. 280, Fig. 6) oder sie erscheinen — wenn der Scheitel der Blüte zu einem vegetativen

Abb. 278. *Cycas revoluta* mit am Ende des Stammes gehäuften Fruchtblättern. — Nach Campbell.

Sproß weiterwächst, wie bei *Cycas* — als dichte Fruchtblattansammlungen am Stamme (Abb. 278 u. 279). Die Fruchtblätter selbst erinnern entweder

Abb. 279. *Cycas revoluta.* Fruchtblätter tragende Stammspitze. — Nach Campbell.

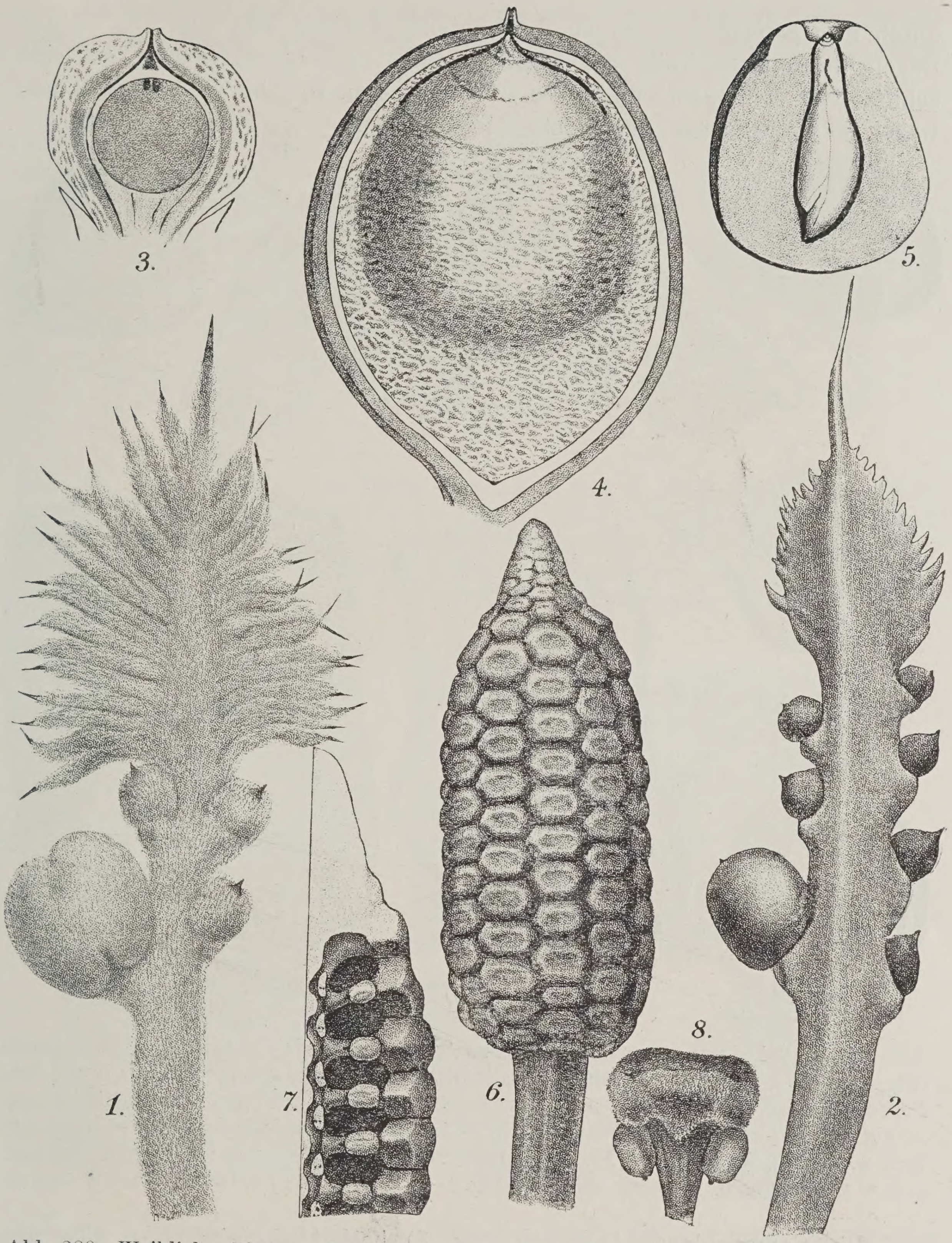


Abb. 280. Weibliche Blüten, Fruchtblätter, Samenanlagen und Samen von *Cycadinae*. — Fig. 1. Fruchtblatt von *Cycas revoluta*; etwas verkl. — Fig. 2. Fruchtblatt von *C. circinalis*; etwas verkl. — Fig. 3. Samenanlage von *C. circinalis* im Längsschnitte; vergr. — Fig. 4. Samen von *C. circinalis* nach Ablösung eines Teiles der Samenschale; nat. Gr. — Fig. 5. Innerster Teil des in Fig. 4 dargestellten Samens im Längsschnitte; zeigt den Embryo im Innern des Endosperms; nat. Gr. — Fig. 6. Weibliche Blüte von *Zamia muricata*; verkl. — Fig. 7. Ein Teil derselben im Längsschnitte; nat. Gr. — Fig. 8. Ein einzelnes Fruchtblatt derselben; nat. Gr. — Fig. 3 nach Warming, Fig. 4 u. 5 nach Richard, Fig. 1, 2, 6—8 Original.

durch ihre gefiederte Form an die Laubblätter (Abb. 280, Fig. 1 u. 2) und tragen im unteren Teile am Rande 8 bis 2 Samenanlagen oder sie sind schild- oder schuppenförmig (Abb. 277, Fig. 4 u. 5; Abb. 280, Fig. 8) und tragen je 2 basalwärts gewendete Samenanlagen.

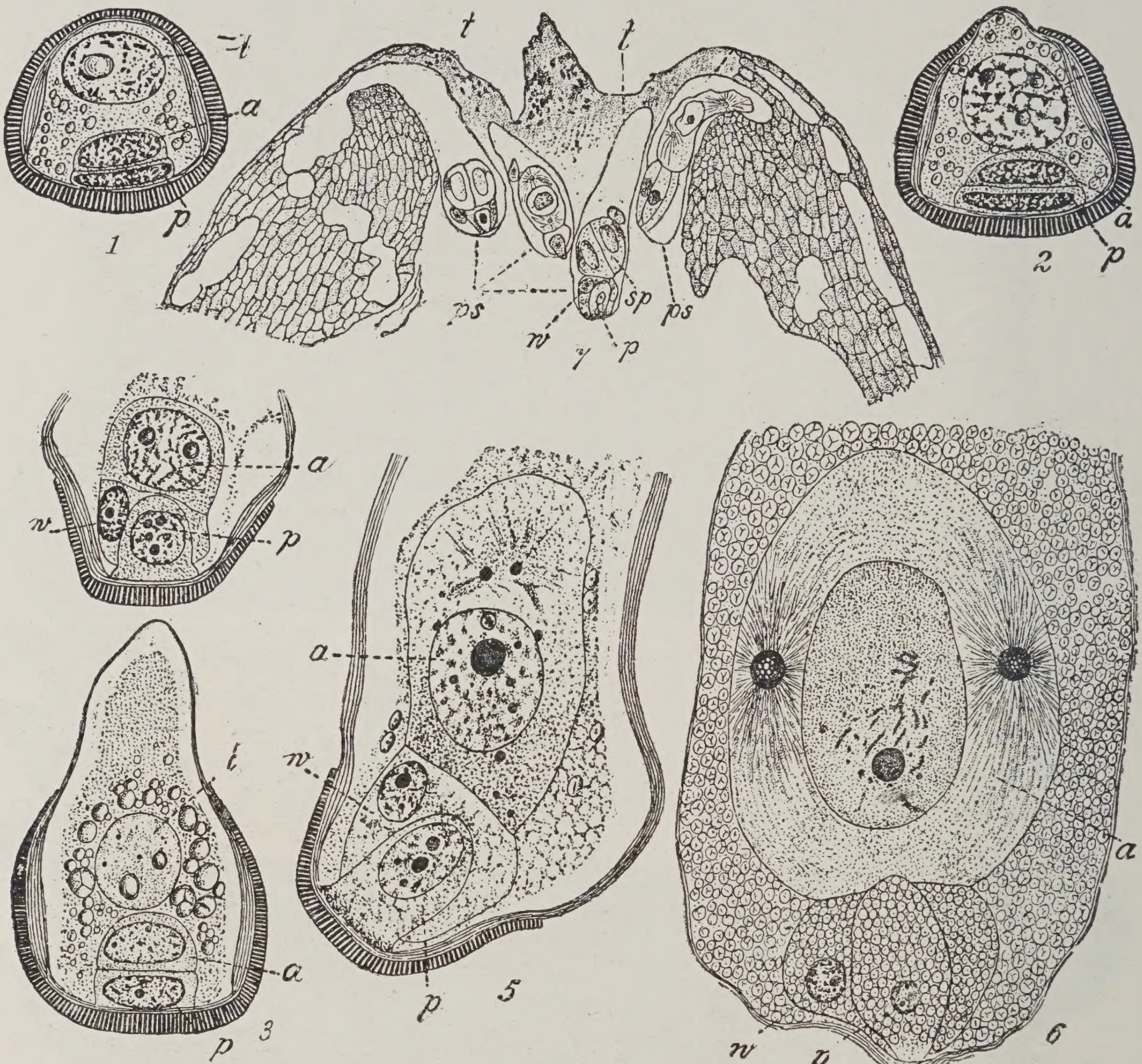


Abb. 281. Entwicklung des männlichen Gametophyten von *Dioon* (Fig. 1—6) und *Zamia* (Fig. 7). — Fig. 1 Pollenkorn mit der Prothallialzelle *p*, der antheridialen Zelle *a* und dem Pollenschlauchkern *t*. — Fig. 2 u. 3. Dasselbe mit beginnender Pollenschlauchentwicklung. — Fig. 4 u. 5. Ausbildung der Wandzelle *w*. — Fig. 6. Beginnende Teilung der antheridialen Zelle *a*. — Fig. 7. Spitze des Nucellus mit 4 Pollenschläuchen *t—ps*, *sp* Spermatozoiden, *p* u. *w* wie in Fig. 5. — Stark vergr. — Fig. 1—6 nach Chamberlain, 7 nach Webber.

Die Samenanlage (Abb. 280, Fig. 3) besitzt ein einfaches, aber aus 3 Gewebeschichten zusammengesetztes, von Leitbündeln durchlaufenes Integument und am Scheitel des Nucellus eine verkehrt-trichterförmige Pollenkammer[126]). Archegonien 3 bis zahlreich (200 und mehr bei *Microcycas)*.

[126]) Über die Möglichkeit, das einfache Integument mit seinem doppelten Leitbündelsystem auf das von einer kupulaartigen Hülle umgebene Integument der Samenanlagen der *Cycadofilicinae* zurückzuführen vgl. Stopes M. C., Beitr. z. Kenntn. d. Fortpflanzungsorg. d. Cyc. Flora, 93. Bd., 1904.

Pollenkörner glatt; sie werden durch den Wind verbreitet und gelangen durch Vermittlung eines vom Mikropylenteile der Samenanlage ausge-

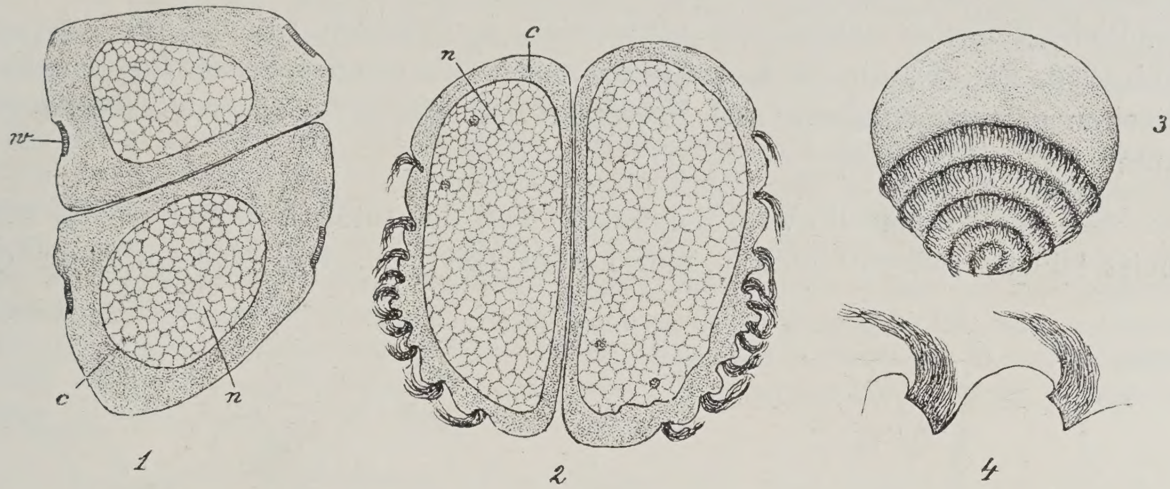


Abb. 282. Spermatozoiden von *Zamia muricata.* — Fig. 1. Die beiden Sp. in Bildung begriffen durch Teilung der antheridialen Zelle; *n* Kerne, *c* Cytoplasma, *w* cilienbildende Stellen; 200fach vergr. — Fig. 2. Die beiden Sp. nahezu reif im opt. Längsschnitte; Bezeichnungen wie in Fig. 1; 200fach vergr. — Fig. 3. Reifes Spermatozoid; 90fach vergr. — Fig. 4. Stück des Randes mit Wimperbüscheln; 900fach vergr. — Nach Webber.

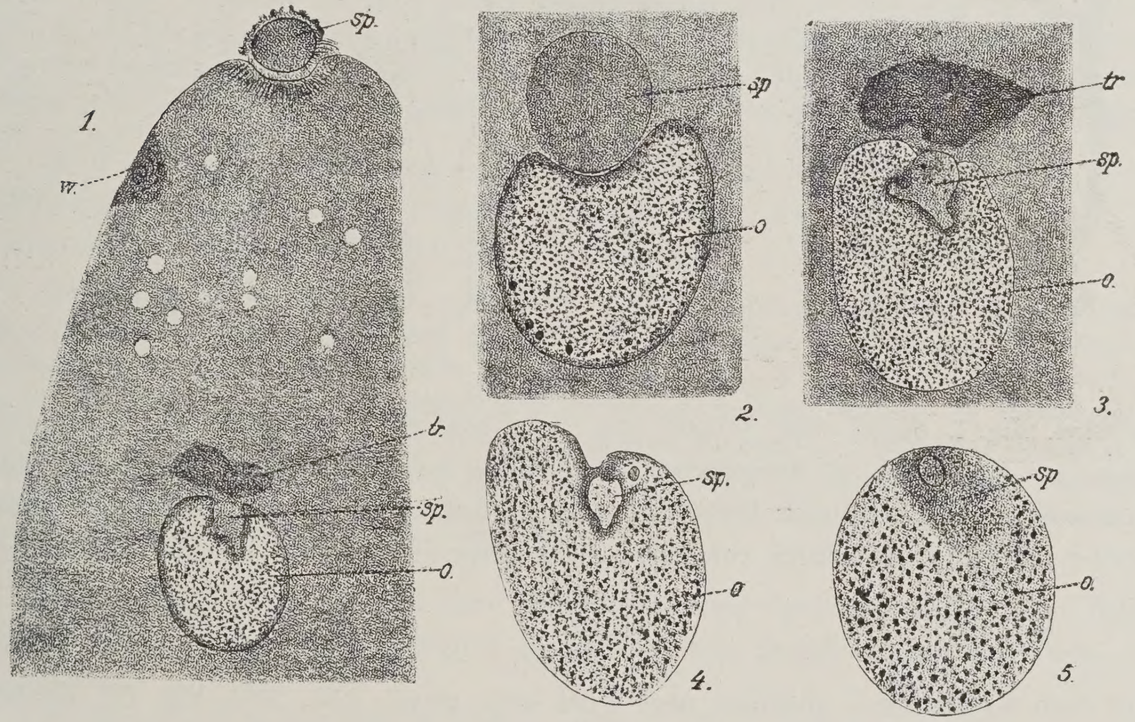


Abb. 283. Befruchtungsvorgang bei *Cycas revoluta.* — Fig. 1. Teil einer Eizelle mit Eikern (*o*) und einem mit diesem verschmelzenden Spermakerne (*sp*). Im oberen Teile der Figur noch ein zweites nicht eingedrungenes Spermatozoid (*sp*); *w* Wimperapparat, *tr* Plasmahülle des eingedrungenen Spermatozoids. — Fig. 2—5. Aufeinanderfolgende Stadien der Verschmelzung des Spermakernes mit dem Eikerne. — Stark vergr. — Nach Ikeno.

schiedenen Flüssigkeitstropfens in die Pollenkammer. Dort treibt die vegetative Endzelle des Pollenkornes eine schlauchartige Verlängerung in das Nucellar-

gewebe, durch die das Pollenkorn befestigt und wohl auch ernährt wird. Aus der antheridialen Zelle (vgl. S. 406) entstehen nach Abstoßung einer Wandzelle (Abb. 281, Fig. 4 bis 6, *w*) zwei (Ausnahme *Mirocycas*) große, rundliche Spermatozoiden mit schraubig angeordneten Cilien (Abb. 282 u. Abb. 272, Fig. 2), die nach Auflösung der Pollenwand schwimmend zu den Eizellen gelangen. Eikern und Spermakern auffallend groß (Abb. 283) (vgl. Anm. 116 auf S. 409).

Bei der Samenreife wird der äußere Teil des Integumentes fleischig und meist lebhaft (oft rot) gefärbt, der innere Teil hart. Das Nährgewebe wird

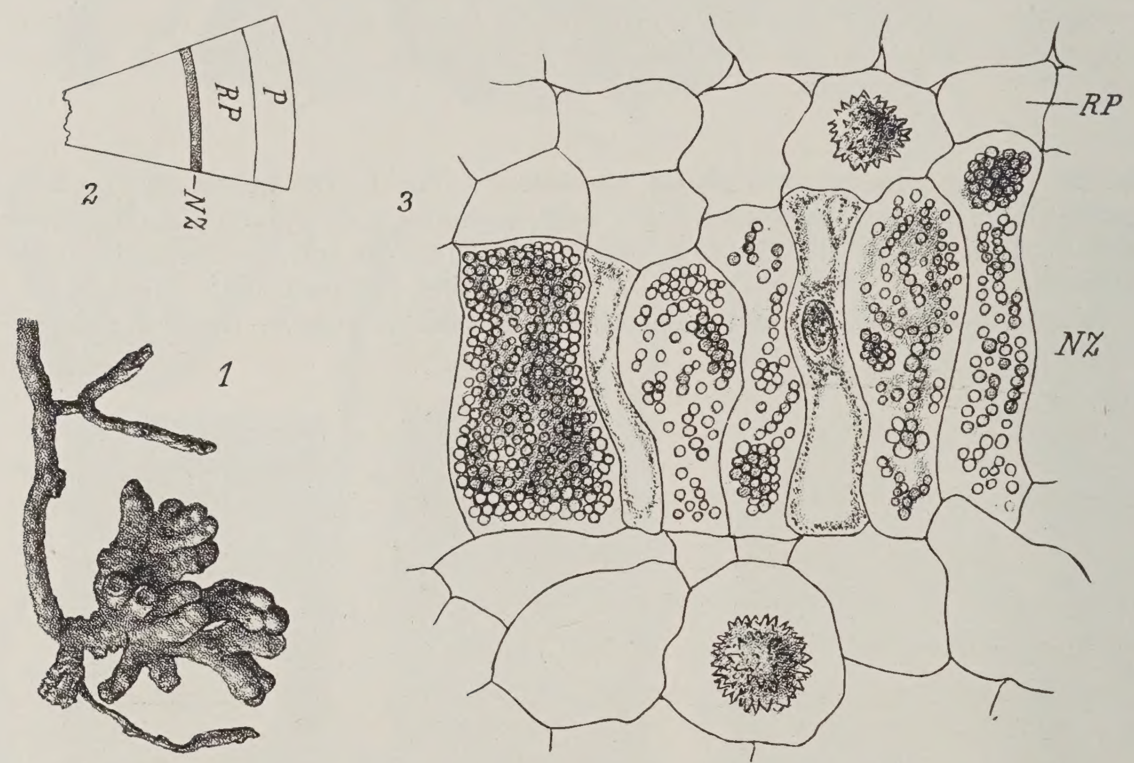


Abb. 284. Fig. 1. Stück einer Wurzel von *Cycas revoluta* mit *Anabaena* beherbergenden Ästen; nat. Gr. — Fig. 2. Schematische Darstellung eines Ausschnittes aus einem Querschnitte einer solchen Wurzel: *P* Periderm, *RP* Rindenparenchym, *NZ* *Anabaena* führendes Gewebe. — Fig. 3. Ein Stück von Fig. 2 stark vergr.; Bezeichnungen wie bei Fig. 2. — Original.

aus dem Endosperm gebildet und wird sehr groß (Abb. 280, Fig. 5). Embryo mit 2 Cotyledonen (Abb. 280, Fig. 5), die zumeist wenigstens am Ende miteinander verwachsen sind, oder mit 1 Cotyledo, seltener mit mehreren (3—6) Cotyledonen *(Microcycas)*.

Fortentwicklung der Samenanlagen zu samenähnlichen Bildungen auch ohne Befruchtung sehr häufig.

An den Wurzeln vieler *Cycadinae* finden sich nicht selten, besonders an der Bodenoberfläche, korallenartig verzweigte Partien (Abb. 284), in deren

Geweben sich endophytische Bakterien und Algen (*Anabaena*) finden[127]. Auch Pilzmycelien sind in diesen Geweben nicht selten[128].

Die genetischen Beziehungen der *Cycadinae* zu den *Cycadofilicinae* unter den Pteridophyten sind ganz unzweifelhaft festgestellt. Vgl. das S. 389 und S. 412 Gesagte: Die Entwicklung der männlichen und weiblichen Gametophyten, Bau und Anordnung der den Sporangien homologen Organe[129]) beweisen ebenso den Zusammenhang wie der anatomische Bau des Stammes und selbst die Gesamtmorphologie des Blattes. Der wesentlichste Unterschied zwischen den *Cycadinae* und den *Cycadofilicinae* liegt darin, daß die Bestäubung und Befruchtung bei den ersteren zu einer Zeit erfolgt, in der noch das ganze, dem Makrosporangium entsprechende Gebilde, die Samenanlage in Verbindung mit der Mutterpflanze steht. Dieses Verhalten markiert die Grenze zwischen den Pteridophyten und den Gymnospermen überhaupt. Wenn man nach einem ökologischen Erklärungsversuch für diesen Entwicklungsschritt sucht, so läßt sich eine gewisse Analogie in dem Verhalten vieler rezenter Mangrovepflanzen finden, bei denen Keimung der Samen erfolgt, so lange sie noch in Verbindung mit der Mutterpflanze stehen.

1. Familie. **Cycadaceae.** Fruchtblätter mit 8—4, seltener nur 2 Samenanlagen, welche seitwärts abstehen. Weibliche Blüte mit nicht begrenzter Achse, welche nach Ausbildung der Fruchtblätter weiterwächst und den relativen Hauptstamm der Pflanze fortsetzt.

Cycas im tropischen Asien, Polynesien, Ostafrika und Australien. Mehrere Arten in den Tropen häufig kultiviert und hie und da verwildert. — *C. revoluta* (Abb. 278, 279 u. 280, Fig. 1) (südliches Japan) und *C. circinalis* (Abb. 276 u. 280, Fig. 2) (Ostindien) sehr oft als Zierpflanzen, „Cycaspalmen", auch in außertropischen Gebieten in Gewächshäusern gezogen. — Eine der größten Arten ist *C. media* (Australien), die bis 23 *m* hoch werden soll. — Das stärkereiche Mark der Stämme mehrerer Arten liefert eine Art „Sago".

2. Familie. **Zamiaceae.** Fruchtblätter mit 2 basalwärts stehenden Samenanlagen. Weibliche Blüten geradeso wie die männlichen mit begrenztem Wachstum der Achse, zapfenförmig.

Durchwegs Tropenbewohner, viele Arten in Gewächshäusern oft kultiviert. *Bowenia* mit doppelt fiederteiligen Blättern; *B. spectabilis* (Australien, Queensland). — *Stangeria* mit fiederig verästelten Leitbündeln in den Blattfiedern; *S. paradoxa* (Port Natal). — *Dioon* (Mexiko); *D. edule* mit genießbaren, stärkemehlreichen Samen. — *Encephalartos* (Afrika), *Macrozamia* (Australien), *Zamia* (tropisches Amerika), *Ceratozamia* (Mexiko). — *Microcycas* (Kuba) ist ein durch eine ganze Reihe auffallender, relativ primärer Merkmale (zahlreiche, nämlich 16—20 Spermakerne in den Pollenkörnern, zahlreiche Archegonien) sehr bemerkenswerter Typus (Abb. 272).

Mit großer Wahrscheinlichkeit den *Cycadinae* zuzuzählende fossile Reste sind in bedeutender Zahl bekannt geworden. Sie treten zuerst im Perm auf

---

127) Reinke J. in Bot. Ztg., 37. Jahrg., 1879. — Brunchorst J. in Unters. aus dem bot. Inst. Tübingen, II. Bd., 1886. — Schneider A., Mutualistic symbiosis of *Algae* and *Bacteria* with *Cycas revoluta.* Botan. Gaz., XIX., 1894. — Life A. C., The tuberclelike roots of *Cycas revoluta.* Botan. Gaz., XXXI., 1901. — Horejsi J., Ein. üb. d. symb. Alg. in d. Wurz. d. *Cyc.* Bull. Ac. Sc. Bohême, XV., 1911.

128) Vgl. Zach F., Studie über Phagocyt. in d. Wurzelknöllch. d. Cycadeen. Österr. bot. Zeitschr., LX., 1910.

129) Über fossile *Cycadinae* mit zahlreichen Makrosporangien auf den Sporophyllen vgl. Krasser F., Stud. üb. die fertile Region der Cycadophyten. Denkschr. Akad. d. Wissenschaft., Wien, 97. Bd., 1921.

und erreichen in der Trias, im Jura und in der Kreide das Maximum ihrer Verbreitung. Es sind Stammreste (*Cycadoxylon, Ptychoxylon* u. a.), Laubblätter (*Cycadites, Zamites* u. a.), männliche Blüten (*Androstrobus* u. a.), Fruchtblätter und weibliche Blüten (*Cycadospadix, Zamiostrobus* u. a.) beobachtet worden.

2. Klasse. Bennettitinae[130]).

Nur fossil bekannt. Stamm in vielen Fällen nicht oder wenig verzweigt, in anderen Fällen dichasial verzweigt, ohne Holzgefäße im sekundären Holze. Laubblätter relativ groß, gefiedert oder einfach. Staubblätter fiederig oder ungeteilt. Fruchtblätter je eine endständige Samenanlage tragend oder ganz zur Ausbildung einer solchen aufgebraucht. Befruchtungsart unbekannt.

Stamm kurz, knollenförmig oder säulenförmig, nicht oder wenig verzweigt, von schraubig angeordneten Blattnarben dicht bedeckt (Abb. 285, Fig. 1) oder verlängert und dichasial verzweigt (Abb. 288), mit zentralem mächtigem Marke und peripherem Holzzylinder mit sekundärem Dickenwachstume; Sekretgänge in den parenchymatischen Teilen. Blätter gefiedert oder einfach; in jedes derselben treten aus dem Stamme mehrere Leitbündel ein.

Blüten entweder stiellos sitzend und dann häufig mehr minder zwischen den Blattstielresten eingesenkt oder gestielt, eingeschlechtig oder zweigeschlechtig, häufig von sterilen behaarten Blättern (Perianth) umgeben. Das Gynöceum besteht aus zahlreichen von je einem Leitbündel durchzogenen Trägern, welche in je eine aufrechte Samenanlage enden (Abb. 285, Fig. 3 *s*, Abb. 286 *f*), ferner aus zahlreichen zwischen diesen stehenden Organen

---

130) Carruthers W., On fossil Cycadean Stems from the secondary rocks of Brit. Transact. Linn. Soc., vol. XXVI., 1868. — Saporta C. de, Plantes Jurassiques, t. II. et IV., Paris 1875 et 1891. — Solms-Laubach H. Gr. zu, Einleitung in die Paläophytol., Leipzig 1887; Über die Fructific. von *Benn. Gibs.*, Bot. Ztg., 1890. — Solms-Laubach H. et Cappellini, I tronchi di B. dei Musei Italiani. Mem. d. R. Acad. d. Sc. di Bologna, ser. 5., t. II., 1892. — Lignier O., Végétaux foss. de Normandie. I. Struct. et aff. du *B. Morieri.* Mem. d. l. Soc. Linn. Norm., t. XVIII., 1894; III. Etude anatom. d. *Cycadeoidea micromyela*, l. c., t. XX., 1901; Le fruit de *Williamsonia gigas* etc., l. c., t. XXI., 1903; Not. compl. s. l. struct. d. *Benn. Mor.*, Bull. soc. Linn. d. Norm., 5. ser., IX., 1904. — Potonié H., *Bennettitaceae* in Engler u. Prantl, Natürl. Pflanzenfam., Nachtr., 1897. — Wieland C. R., A study of some americ. fossil Cycads. P. I. The male flower of *Cycadeoidea*, Amer. Journ. of Sc., 4. ser., vol. VII., 1899; P. II.—VII., l. c., vol. VII—XXVIII., 1899—1914; American fossil Cycads, Publ. Carnegie Instit., I., 1906; II., 1916. Distrib. and rel. of the Cycadeoids. Am. Journ. of Bot., VII., 1920; Monocarp. and Pseudomonoc. in the Cycad., l. c., VIII., 1921. — Lotsy J. P., Botan. Stammesgesch., II., 1909. — Nathorst A. G., Paläobot. Mitt. Nr. 8, K. Svensk. Vet. Akad. Handl., Vol. 45, 1909; Nr. 9, l. c., Vol. 46, 1911. — Krasser F., Stud. üb. d. fert. Region d. Cycadoph. d. Lunzer Sch., Denkschr. Akad. Wien, XCIV., 1917. — Thomas H. H., On *Williamsoniella*, a new type of *Benn.* Philos. Transact. Roy. Soc. London, CCVII., 1915. — Stopes H. C., New *Benett.* cones f. the Brit. cret. Phil. Transact. Roy. Soc. London, CCVIII., 1918.

(Interseminalschuppen), welche gleichfalls je ein Leitbündel enthalten, die Samenanlagen überragen und über diesen zusammenschließend (Abb. 285,

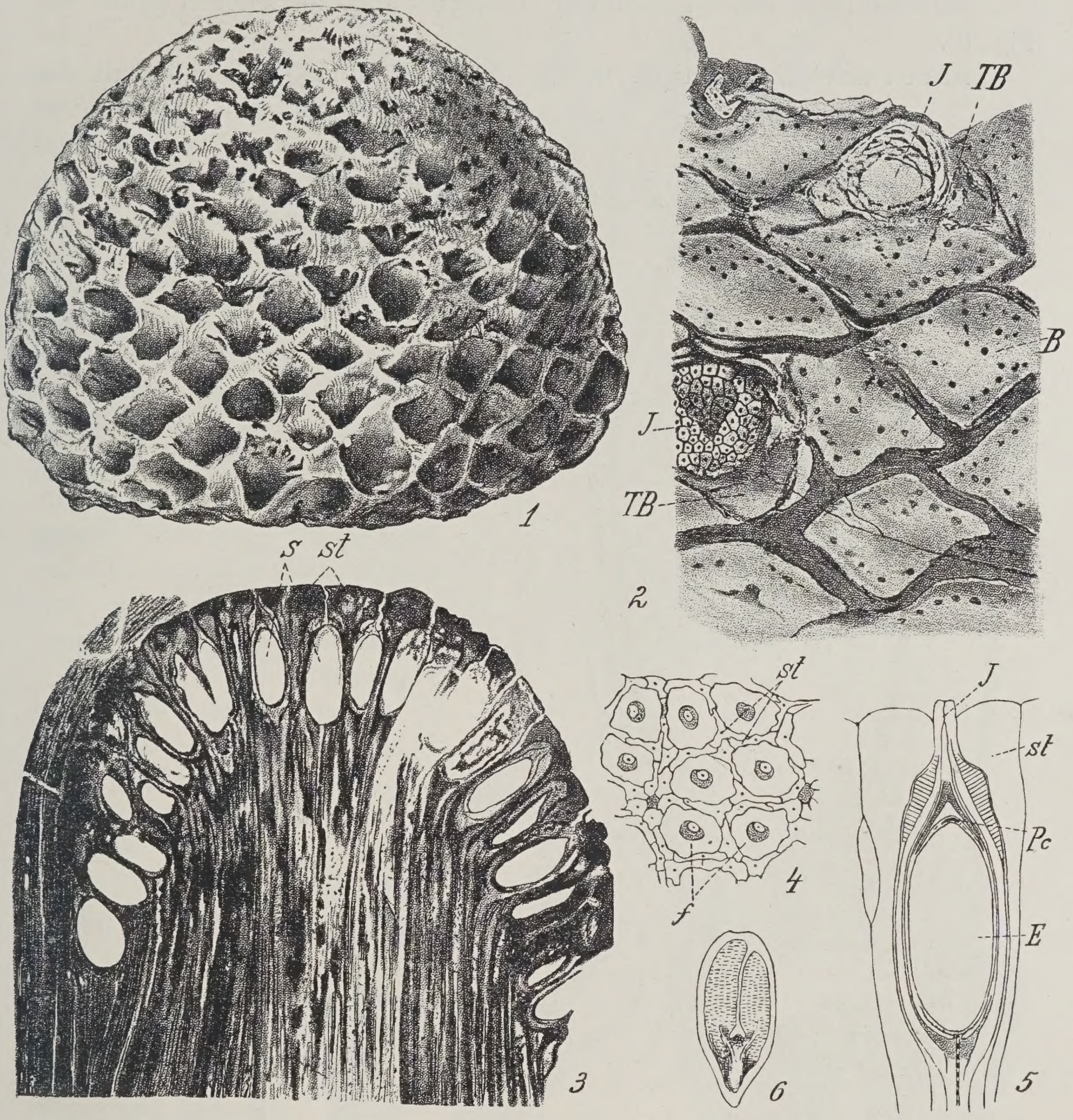


Abb. 285. *Bennettitinae.* — Fig. 1. Stamm von *Cycadeoidea Saxbiana*; verkl. — Fig. 2. Schliff parallel zur Oberfläche eines Stammes von *C. Gibsoniana*; *J* Blüten, *TB* Tragblätter derselben (?), *B* Laubblattnarben; verkl. — Fig. 3. Medianer Längsschliff durch das Gynöceum von *C. Morierei*; *s* Samenanlagen, *st* Endteile der sterilen Blätter; 20fach vergr. — Fig. 4. Querschliff durch das Gynöceum von *C. M.*; *f* fertile, *st* sterile Blätter; 8fach vergr. — Fig. 5. Längsschliff durch eine Samenanlage von *C. M.*; *E* Endosperm, *Pc* Pollenkammer, *J* Integument, *st* Endteile steriler Blätter; 40fach vergr. — Fig. 6. Embryo von *C. Gibsoniana*; vergr. — Fig. 1 u. 2 nach Carruthers, Fig. 3—5 nach Lignier, Fig. 6 nach Solms-Laubach.

Fig. 3—5 *st*; Abb. 286 *st*) einen gefelderten Panzer bilden, welcher Durchtrittsstellen zu den Samenanlagen aufweist. Die Samenanlagen tragenden

Gebilde dürften je ein Fruchtblatt darstellen, die zwischen ihnen stehenden sterilen Organe dürften ihnen homolog sein.

Samenanlagen mit 1 Integument. Embryo mit 2 Cotyledonen (Abb. 285, Fig. 6).

In den zweigeschlechtigen Blüten (Abb. 287) findet sich außerhalb des Gynöceums ein Wirtel von (6—20) großen, gefiederten oder ungefiederten, am Grunde miteinander verbundenen, in der Jugend eingekrümmten, zahlreiche bis wenige Pollensäcke tragenden Staubblättern. Diese Staubblattwirtel finden sich auch in den männlichen Blüten.

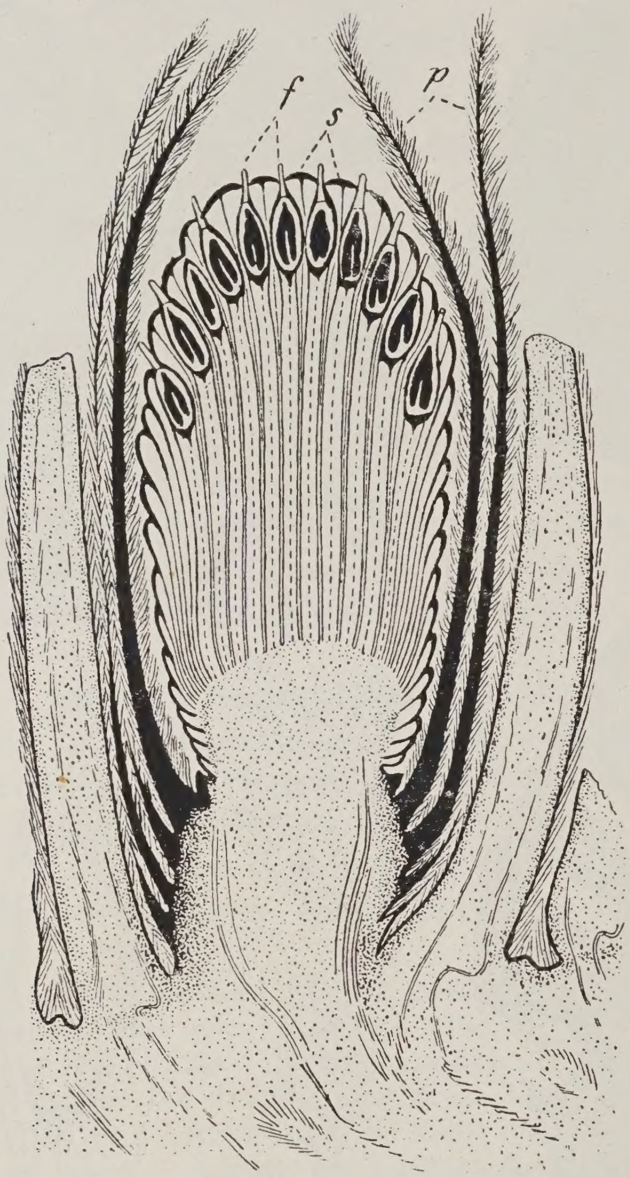


Abb. 286. Längsschliff durch eine Blüte von *Cycadeoidea Wielandi*; *f* fertile, *s* sterile Blätter, *p* Perianth; am Grunde des Gynöceums die Reste des abgefallenen Staubblattwirtels. — Vergr. — Nach Wieland.

Eine in den mesozoischen Ablagerungen sehr verbreitete Pflanzengruppe, die große Mannigfaltigkeit besessen haben dürfte; immer neue Typen werden durch die fortschreitende phytopaläontologische Forschung klargestellt.

Nach dem derzeitigen Stande unserer Kenntnisse lassen sich zwei Gruppen (nach Wieland) unterscheiden:

A. **Cycadeoideae.** Stämme vorherrschend knollen- oder säulenförmig, Blüten sitzend. Staubblätter am Grunde miteinander verbunden, am Ende ± deutlich gefiedert und zahlreiche Pollensäcke tragend.

Gut bekannt: *Cycadeoidea* (= *Bennettites*) *Gibsoniana* aus der unteren Kreide Englands, *Cyc. Morierei* aus der unteren Kreide Frankreichs, zahlreiche Formen (*C. dacotensis*, *ingens*, *Wielandi* etc.) aus Nordamerika.

B. **Williamsonieae.** Stämme wie bei *A*, aber auch stark verzweigt. Blüten oft gestielt. Staubblätter lappenförmig, sternförmig gestellt, nicht oder wenig gefiedert, mit verminderter Pollensackzahl beiderseits der Mittelrippe.

Williamsonia, z. B. *W. gigas*, *W. whitbyensis* u. a. — *Wielandiella*, *Williamsoniella* (Abb. 288). Die beiden letztgenannten Gattungen insbesondere durch die dichasial verzweigten Stämme, die vereinfachten Blätter und die Blüten ausgezeichnet.

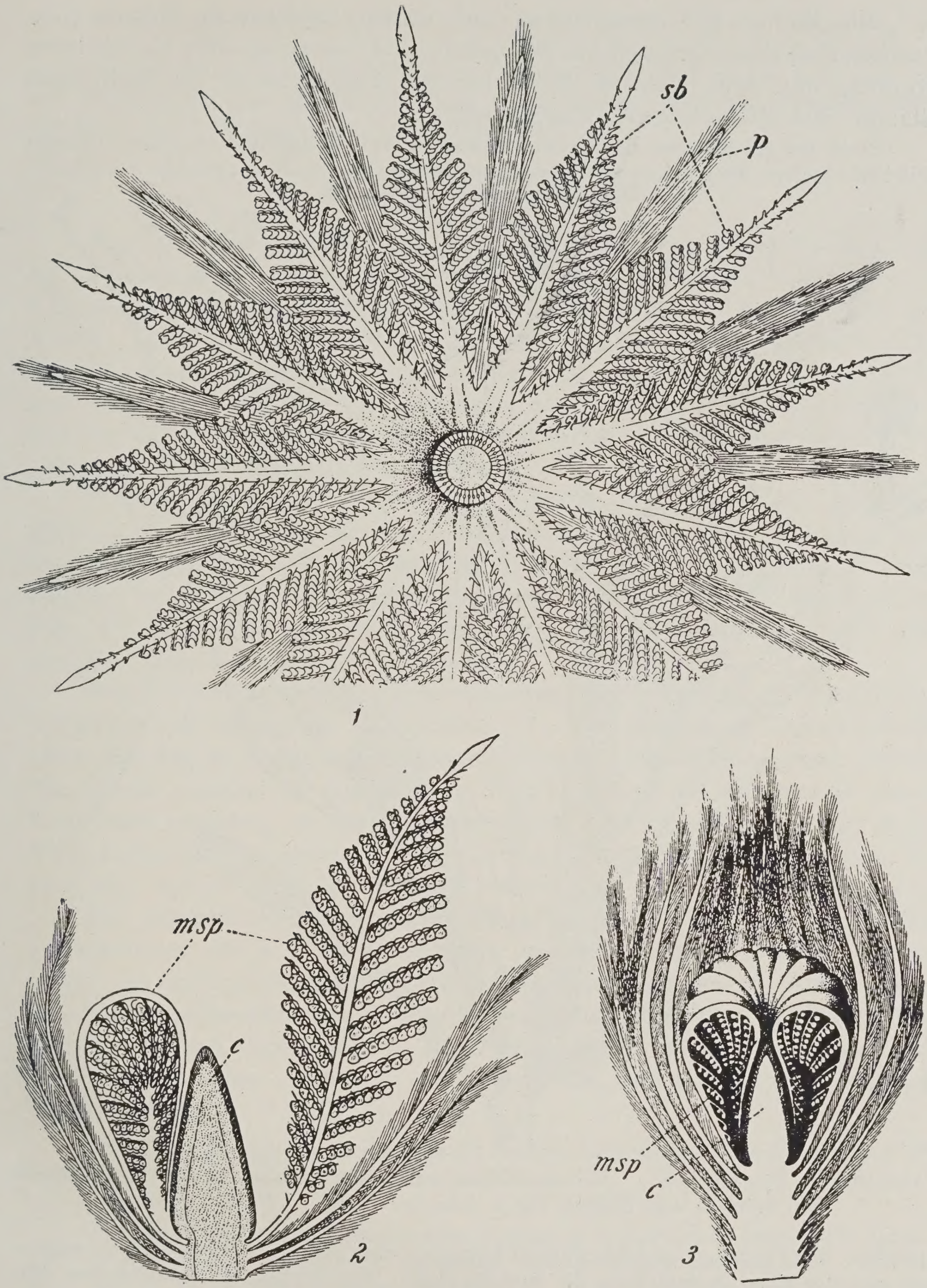


Abb. 287. *Bennettitinae. Cycadeoidea ingens*; Rekonstruktion einer zweigeschlechtigen Blüte. — Fig. 1. Ganze Blüte von oben gesehen; *p* Perianth, *sb* Staubblätter, in der Mitte das Gynöceum. — Fig. 3. Längsschnitt durch eine junge Blüte; die Staubblätter (*msp*) sind noch eingekrümmt, *c* Gynöceum. — Fig. 2. Längsschnitt durch eine weiter vorgeschrittene Blüte; Bezeichnungen wie in Fig. 3. — Nach Wieland.

Die Blätter der *Bennettitinae* sind unter verschiedenen Namen (*Otozamites, Zamites, Pterophyllum, Ptilophyllum, Anomozamites* etc.) beschrieben worden; nur zum kleinsten Teile ist ihre Zugehörigkeit zu bestimmten Stamm- und Blütenformen sichergestellt.

Nach dem geschilderten Baue ist kaum daran zu zweifeln, daß die *Bennettitinae* typische Blüten besaßen. Sie nehmen eine überaus bemerkenswerte Stellung zwischen den *Cycado-*

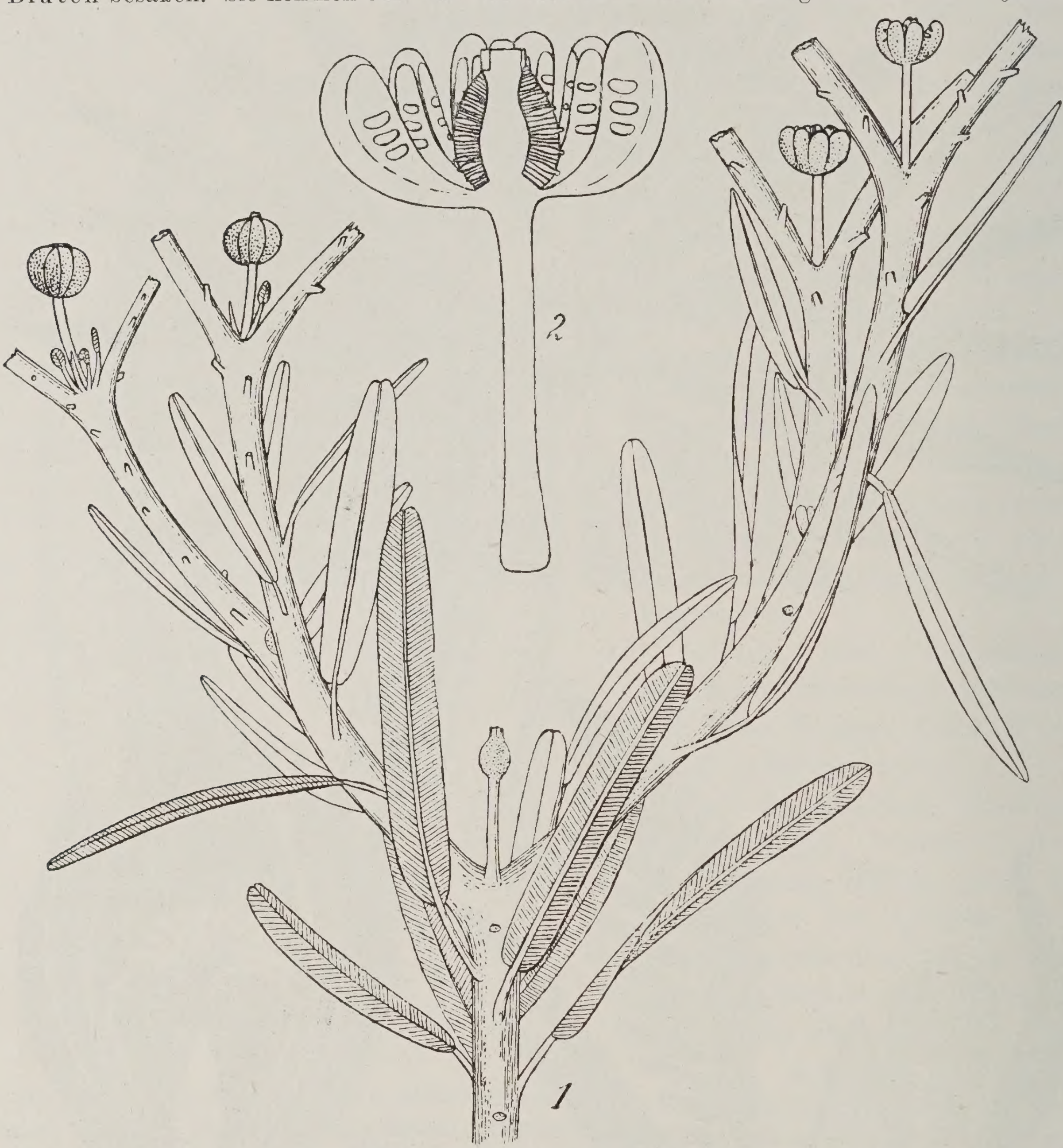


Abb. 288. — *Bennettitinae.* — Rekonstruktion von *Williamsoniella coronata*; Fig. 1. Sproß mit Blättern und Blüten; Fig. 2. Einzelne Blüte. — Nach Thomas.

filicinae, den *Cycadinae* und den übrigen Gymnospermen ein. Den *Cycadofilicinae* nähern sie sich vor allem in dem Baue der wedelähnlichen Staubblätter; sie unterscheiden sich von ihnen bedeutend durch die Blütenbildung. Durch die Merkmale, welche eine Annäherung an die *Cycadofilicinae* darstellen, erscheinen die *Bennettitinae* sogar primitiver als die *Cycadinae.* Von den *Cycadinae* unterscheiden sich die *Bennettitinae* vor allem durch die weitgehende Reduktion der fertilen Fruchtblätter, welche einen, ein einziges endständiges Ovulum tragenden Stiel darstellen. In dieser Hinsicht nähern sie sich den übrigen Gymnospermen. Über die Möglichkeit der Ableitung der Angiospermenblüte von Blüten des

Bennettitinae-Typus vergleiche man die Ausführungen am Beginne der Besprechung der Angiospermen. Hier sei nur erwähnt, daß es mir wahrscheinlich erscheint, daß sie ein ausgestorbenes Endglied der *Cycadofilicinae—Cycadinae*-Reihe sind, bei dem es zu einer, von den Angiospermen ganz grundverschiedenen „Angiospermie" durch den Zusammenschluß der Enden der Interseminalschuppen gekommen ist.

3. Klasse. Cordaitinae[131]).

Nur fossil bekannt. Stamm stark verzweigt, ohne Holzgefäße im sekundären Holze. Laubblätter relativ groß, flächig verbreitert, schraubig angeordnet, an den Enden der Sprosse gehäuft, aber nicht gefiedert. Fruchtblätter je eine endständige Samenanlage tragend, bzw. ganz zur Bildung einer solchen aufgebraucht. Weibliche Blüte aus 1 Fruchtblatt bestehend. Staubblätter stielförmig mit 5 bis 6 Pollensäcken. Befruchtungsvorgang nicht vollständig bekannt.

Stämme verzweigt, baumförmig mit an den Sproßenden gehäuften Blättern; im Holzbaue an die Koniferen erinnernd; Tracheiden an den Radialwänden mit dicht gedrängten Tüpfeln; keine Jahresringe. Sekretbehälter vorhanden. Blätter schraubig gestellt, lanzettlich oder lineal-lanzettlich mit zahlreichen, parallel verlaufenden, nur ab und zu dichotom verzweigten Leitbündeln in den Blattflächen.

Blüten in achselständigen Infloreszenzen, eingeschlechtig, aber beide Geschlechter auf demselben Individuum (?). Die weiblichen Infloreszenzen (Abb. 289, Fig. 4) bestehen aus knospenförmigen Anhäufungen steriler Blätter, von denen einzelne in den Achseln Blüten tragen, die nur aus je einem Fruchtblatt bestehen, welches am Ende eine orthotrope Samenanlage trägt. Diese Infloreszenzen stehen in ährenförmiger Anordnung an Seitenästen, die über den Achseln von Laubblättern entspringen.

Die männlichen Blüten (Abb. 289, Fig. 3) bestehen aus zahlreichen Pollenblättern mit je 5—6 Pollensäcken und am Grunde aus einem Perianthium von schuppenförmigen Blättern (*b*). Diese männlichen Blüten stehen ebenfalls in ährenförmigen Infloreszenzen (Abb. 289, Fig. 2). Die Pollenkörner scheinen eine größere Zahl von sterilen Prothalliumzellen oder generativen Zellen enthalten zu haben, als die meisten der rezenten Gymnospermen.

Die *Cordaitinae* gehören zu den ältesten fossilen Anthophyten, ihre Reste finden sich vom Devon bis zum Jura, am häufigsten im Carbon.

---

[131]) Grand'Eury C., Flore carbonifère du dépt. de la Loire et du centre de la France. 1877. — Renault B., Struct. comp. de quelqu. tiges de la flore carbonif. Nouv. Arch. du Mus., ser. II., vol. 2., 1879. — Solms-Laubach H. Gr. zu, Einleitung in die Palaeophytol. Leipzig 1887. — Potonié H., Lehrbuch der Pflanzenpaläontol. Berlin 1899; 2. Aufl. v. W. Gothan, 1921. — Flahault Ch., La Paléobotanique. Paris 1903. — Stopes M. C., On the leaf-struct. of *Cord.* New Phytol., II., 1903. — Zeiller R., Les progr. d. l. paléob. d. l'ère des Gymnosp. Progr. rei bot., II., 1907. — Scott D. H., Stud. in foss. Bot., 2. ed., vol. II., 1909. — Elkins M. G. and Wieland G. R., Cordaitean Woods. Am. Journ. of Sc., XXXVIII., 1914.

Abb. 289. *Cordaites.* — Fig. 1. Zweig von *C. laevis* mit Infloreszenzen (*J*) und einem Seitenzweige (*Z*); verkl. — Fig. 2. Zweigstück davon mit einem, wahrscheinlich ♂ Blüten tragenden Aste; nat. Gr. — Fig. 3. Längsschliff durch eine männliche Blüte von *C. Penjoni*; *a* Staubblätter, *b* Perianthblätter; 10 fach vergr. — Fig. 4. Längsschliff durch eine weibliche Infloreszenz von *C. Williamsoni*; *a* Achse, *b* sterile Blätter, *S* Samenanlage; 10fach vergr. — Fig. 5. Längsschliff durch eine Samenanlage von *C. Grand'Euryi*; *i* Integument, *n* Nucellus, *pc* Pollenkammer, *p* Pollenkörner; 35fach vergr. — Fig. 1 u. 2 nach Grand'Eury, Fig. 3—5 nach Renault.

Die bisher bekannt gewordenen Formen lassen sich in eine Familie, die der *Cordaitaceae* (Abb. 289) zusammenfassen. Unter verschiedenen Namen wurden Teile von solchen beschrieben: Stammstücke als *Cordaioxylon*, isolierte Markstücke des Stammes als *Artisia*, Wurzeln als *Amyelon*, Infloreszenzen als *Antholithus* oder *Cordaianthus*, Samen als *Cordaiospermum*, *Diplotesta*, *Leptocaryon* u. a. m.

Was die Beziehungen der *Cordaitinae* zu den anderen Gymnospermen anbelangt, so sind solche einerseits zu den *Cycadinae* und *Bennettitinae* vorhanden, anderseits, und zwar sehr deutliche, zu den *Ginkgoinae* und Koniferen.

Die *Cordaitinae* dürften analog wie die *Cycadinae* und *Bennettitinae* ihren Ursprung in *Cycadofilicinae*-artigen Typen haben; der Samenanlagenbau zeigt Übereinstimmung in allen wesentlichen Teilen; die zu den *Cordaitinae* gestellte Gattung *Poroxylon* zeigt in ihrem Holzbaue direkt Beziehungen zu den *Cycadofilicinae* (Reste zentripetalen Holzes).

Die Übereinstimmung der *Cordaitinae* mit den *Ginkgoinae* besteht insbesondere im Blütenbau, und zwar sowohl in dem der weiblichen, wie der männlichen Blüten. Die Annäherung an primitive Koniferen, z. B. *Araucaria* ist so groß, daß beispielsweise das Unterscheiden von Stammstücken der beiden Gruppen Schwierigkeiten bereitet. Die *Cordaitinae* stellen geradezu den Übergang von den *Cycadofilicinae* zu den Koniferen dar und sind deshalb für die Klarstellung der Phylogenie der letzteren von besonderer Wichtigkeit.

4. Klasse. Ginkgoinae[132]).

Stamm stark verzweigt. Holzgefäße im sekundären Holze fehlen. Laubblätter flächig verbreitert, fächerförmig, eingeschnitten, schraubig gestellt. Fruchtblätter je eine endständige Samenanlage tragend, respektive ganz zur Bildung derselben aufgebraucht. Weibliche Blüten in der Regel aus zwei Fruchtblättern bestehend. Staubblätter in der Regel mit zwei Pollensäcken. Befruchtung durch Spermatozoiden.

Stamm baumförmig, reich verzweigt, mit Kurz- und Langtrieben. Leitbündel kollateral mit sekundärem Dickenwachstum wie bei den Koniferen. Harzgänge in den parenchymatischen Teilen. Laubblätter fächerförmig, zumeist in der Mitte eingeschnitten und dadurch zweilappig (Abb. 290, Fig. 4) (manchmal wiederholt sich diese Lappung — Andeutung einer Fiederung?), schraubig gestellt, nur eine Vegetationsperiode überdauernd, daher die Pflanze einem Laubbaume ähnlich. In jedes Laubblatt tritt ein Leitbündel ein, das sich alsbald in zwei teilt; jeder dieser Äste tritt in je eine Blatt-

[132]) Heer O., Zur Geschichte der *Ginkgo*-artigen Bäume. Englers Botan. Jahrb., 1881. — Hirasé S., Études sur la fecond. et l'embryogen. d. *Ginkgo biloba*. Journ. Coll. Sci. Imp. Univ. Tokyo, VIII., 1895 et XII., 1898; Furth. stud. on the fertil. and embryog. in *G. b.* Bot. Mag. Tokyo, XXXII., 1918. — Fujii K., On the diff. views hitherto propos. regard. the morphol. of the flowers of *G. b.* Bot. Mag. Tokyo, X., 1896. — Engler A. in Natürl. Pflanzenfam., Nachtr., Leipzig 1897. — Wettstein R. v., Die weibliche Blüte von *Ginkgo*. Öst. bot. Zeitschr., 1899. — Seward A. C. and Gowan J., The Maidenhair Tree (*Ginkgo biloba*). Ann. of Bot., XIV., 1900. — Spieß K. v., *Ginkgo*, *Cephalotaxus* und die Taxaceen. Öst. bot. Zeitschr., 1902. — Miyake K., The spermatoz. of *Ginkgo*. Journ. of appl. micr,, V., 1906. — Buscalioni L. e Trinchieri G., Sul polimorf. fogl. d. *G. b.* Malpighia, XXI., 1907. — Sprecher A, Le *Ginkgo biloba* L. Genève 1907 und die Literatur-Übersicht daselbst; Rech. s. l'orig. d. syst. sécrèt. d. *G. b.* Beitr. Bot. Zentralbl., 1, XXIV., 1908. — Starr A. M., The microsporoph. of *G.* Bot. Gaz., XLIX., 1910. — Jeffrey E. C. and Torrey R. E., *G.* and the microspor. mechan. Bot. Gaz., LXII., 1916.

hälfte ein, sich dort dichotom teilend. Blüten zweihäusig. Männliche Blüten in den Achseln von Blättern der Kurztriebe, kätzchenförmig, nur aus Staubblättern bestehend; diese zahlreich, in der Regel mit 2 Pollensäcken (abnormerweise 1—5) (Abb. 290, Fig. 3). Weibliche Blüten (Abb. 290, Fig. 1 u. 2)

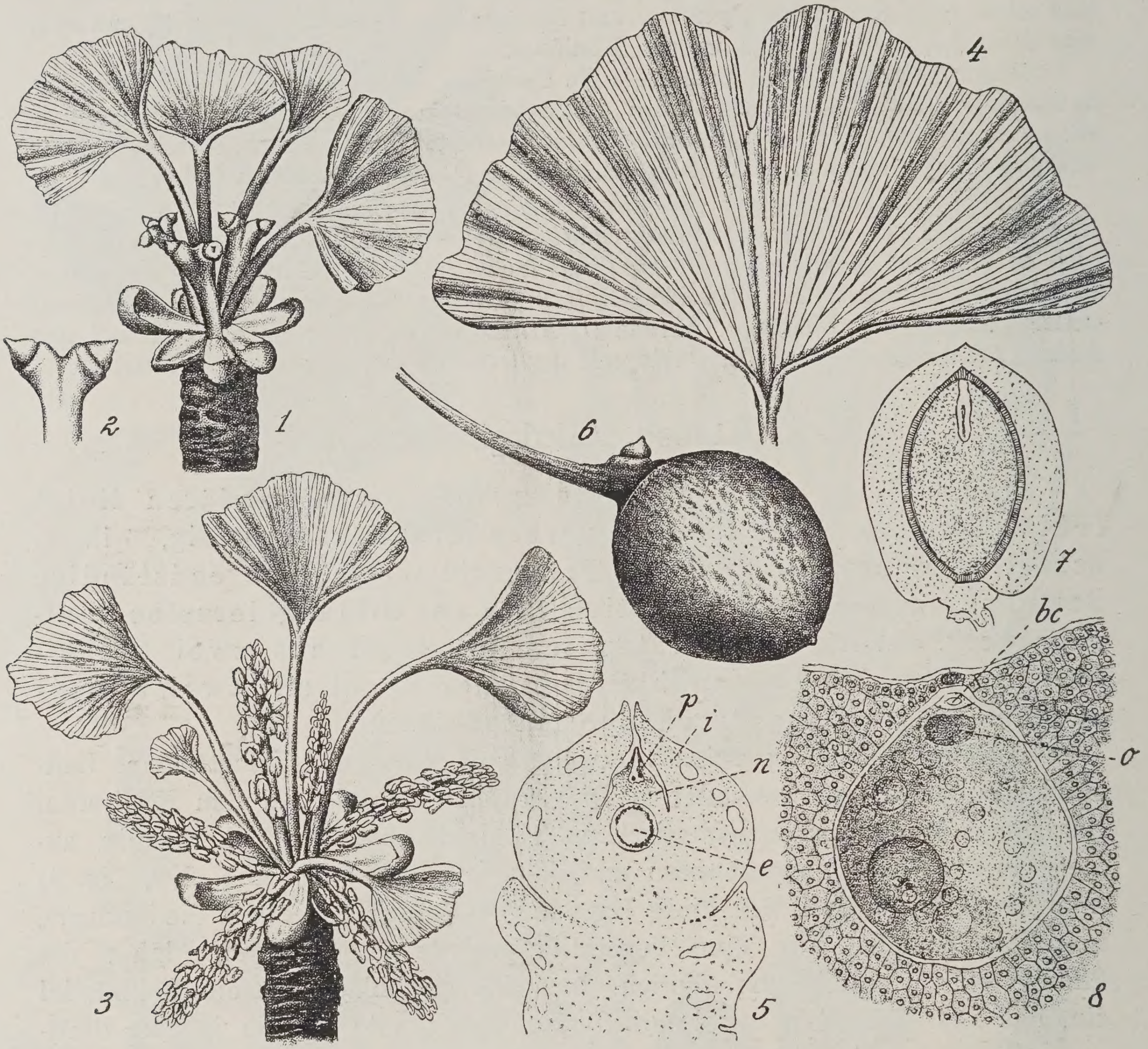


Abb. 290. *Ginkga biloba*. — Fig. 1. Kurztrieb mit weiblichen Blüten; nat. Gr. — Fig. 2. Eine weibliche Blüte; etwas vergr. — Fig. 3. Kurztrieb mit männlichen Blüten; nat. Gr. — Fig. 4. Laubblatt; nat. Gr. — Fig. 5. Samenanlage im Längsschnitte; *n* Nucellus, *e* Endosperm, *i* Integument, *p* Pollenkammer; 15fach vergr. — Fig. 6. Reifer Same; nat. Gr. — Fig. 7. Derselbe im Längsschnitte; nat. Gr. — Fig. 8. Archegonium; *o* Eikern, *bc* Bauchkanalzelle; 66fach vergr. — Fig. 1—4, 6, 7 Original, Fig. 5 nach Coulter und Chamberlain, Fig. 8 nach Strasburger.

ebenfalls in den Achseln von Blättern der Kurztriebe; jede Blüte besteht nur aus 2 Fruchtblättern, die je eine aufrechte Samenanlage tragen. Die Fruchtblätter sind bis auf einen kleinen unter der Samenanlage stehenden wulstartigen Rest zur Bildung derselben aufgebraucht. Samenanlage (Abb. 290, Fig. 5) mit einem Integument, durch welches ein Leitbündelring verläuft.

Nucellus mit Pollenkammer; 2 Archegonien. Windbestäubung. Die vegetative Zelle des Pollenkornes (Abb. 291, Fig. 1 u. 2, p_3) wird zu einem verzweigten

Abb. 291. Bildung des Pollenschlauches und der Spermatozoiden von *Ginkgo biloba*. — Fig. 1. Pollenkorn mit der „vegetativen“ (p_3), der antheridialen (p_2) und einer rudimentären Prothalliumzelle (p_1); 750fach vergr. — Fig. 2. Pollenkorn nach dem Austreiben des in das Nucellargewebe (n) eindringenden Pollenschlauches; 750fach vergr. — Fig. 3. Oberster Teil des Nucellus mit 3 Pollenkörnern (p); a Eizellen; 120fach vergr. — Fig. 4—6. Spermatozoidenbildung im Pollenschlauch; p_1, p_2, p_3, n wie in Fig. 1 u. 2, s Wandzelle, sp Spermatozoiden; 180fach vergr. — Fig. 7. Reifes Spermatozoid; 520fach vergr. — Nach Hirasé.

Pollenschlauch, der in das Gewebe des Nucellus eindringt und der Befestigung und Ernährung des Pollenkornes dient. Die antheridiale Zelle (Fig. 1, 2 u. 4, p_2) liefert nach Abgabe der Wandzelle (s) zwei Spermatozoiden (Fig. 5—7) mit schraubig verlaufenden Wimperkränzen, die schwimmend zu den Archegonien gelangen. Die Befruchtung erfolgt erst mehrere Monate, nachdem das Pollenkorn in die Mikropyle gelangt ist, oft erst nach dem Abfallen der Samen. Samen steinfruchtartig mit fleischiger Außen- und harter Innenschicht des Integumentes (Abb. 290, Fig. 7). Embryobildung ohne Embryoträger. — Bildung vollkommen entwickelter reifer Samen ohne Embryo (wenigstens in europäischen Gärten) häufig.

Einzige Familie: *Ginkgoaceae* mit einer rezenten Art: *Ginkga biloba* (*Salisburya adiantifolia*), in China und Japan einheimisch, vielfach dort und in Gärten der extratropischen Zone als Zierpflanze in mehreren Formen kultiviert. Das stärkereiche Nährgewebe der Samen wird in der Heimat der Pflanze in geröstetem Zustande verzehrt.

Über die Beziehungen der *Ginkgaoceae* zu den *Taxaceae* und *Cordaitaceae* vergleiche das über diese Familien Gesagte. Die *Ginkgoaceae* wurden bis vor kurzem noch allgemein zu den Taxaceen gestellt, von denen sie durch die gestielten Blüten, die Blattform und die Spermatozoiden abweichen; in eben diesen Merkmalen nähern sie sich den früher besprochenen Gruppen der Gymnospermen.

Ginkgo biloba ist zweifellos ein Relikt einer ehedem verbreiteteren und formenreicheren Gruppe. Reste von Pflanzen, welche mit großer Wahrscheinlichkeit zu den *Ginkgoinae* gerechnet werden können, sind schon aus der Steinkohlenzeit bekannt geworden, das Maximum des Vorkommens solcher fällt in die Jurazeit. Bei den älteren Repräsentanten der Klasse scheint die Teilung der Blätter vielfach eine stärkere gewesen zu sein; auch scheinen dieselben, wenigstens zum Teil, oft eine größere Anzahl von Pollensäcken in den männlichen, eine größere Anzahl von Samenanlagen in den weiblichen Blüten aufgewiesen zu haben. *Baiera*, *Czekanowskia*, *Ginkgophyllum*, *Trichopitys* u. a. sind wahrscheinlich hierher gehörende fossile Formen.

5. Klasse. Coniferae, Nadelhölzer[133]).

Stamm stets reich verzweigt, ohne Holzgefäße im sekundären Holze. Laubblätter verhältnismäßig klein, nadel- oder schuppenförmig, schraubig, dekussiert oder quirlig angeordnet. Frucht-

[133]) Richard L. Cl., Comment. bot. de Conif. et Cycad. Stuttgart 1828. — Antoine F., Die Coniferen. Wien 1840—1847. — Gordon G., The Pinetum. Sec. Edit. London 1880. — Carrière M. E., Traité general des Conifères. 2. Edit. Paris 1867. — Henkel J. B. u. Hochstetter W., Synopsis der Nadelhölzer. Stuttgart 1865. — Eichler W. in Engler u. Prantl, Natürl. Pflanzenfam., II. 1., 1889. — Daguillon A., Recherches morphol. sur les feuilles des Conif. Paris 1890. — Beissner L., Handbuch der Nadelholzkunde, Berlin 1891; 2. Aufl., 1909. — Tubeuf C. Fr. v., Die Nadelhölzer. Stuttgart 1897. — Hempel G. und Wilhelm K., Die Bäume und Sträucher. I. Abt., Wien u. Olmütz, 1893. — Pilger R., *Taxaceae* in Engler A., Das Pflanzenreich, IV. 5, 1903; *Coniferae* in Nachtr. IV zu Natürl. Pflanzenfam., 1915. — Mayr H., Fremdl. Wald- und Parkbäume. 1906. — Hayata B., On *Taivania*, a new gen. of Conif. Journ. Linn. Soc., XXXVII., 1906. — Penhallow D. P., A Manual of the N. Am. Gymn. Boston 1907. — Clinton-Baker H., Illustrat. of Conif., vol. I—III., 1909—13. — Vierhapper F., Entw. ein. neuen Syst. d. Konif. Abh. d. zool.-bot. Ges. Wien, 1910. — Lotsy J. P., Vortr. üb. bot. Stammesgesch., III., 1911. — Saxton W. T., The classif. of Conif. New. Phytolog., XII., 1913. — Baker H. Cl., Illustr. of Conif., 1913. — Silva-Tarouca E., Uns. Freiland-Nadelhölzer, 1913. — Pardé L., Iconogr. d. Conif. fructif. en France, 1913 ff. — Shaw G. R., The gen. *Pinus*. Publ. Arnold

blätter ganz oder nahezu ganz zur Bildung der Samenanlagen aufgebraucht. Staubblätter schuppen- oder schildförmig. Befruchtung nicht durch Spermatozoiden.

Stämme baum- oder strauchförmig, monopodial und — wenigstens in der Jugend — meist sehr regelmäßig verzweigt, seltener (einige *Taxodioideae*) sympodial aufgebaut, sehr häufig mit Gliederung in Lang- und Kurztriebe. Leitbündel kollateral, mit cambialem sekundärem Dickenwachstum. Xyleme nur in den primären Partien mit Ring- und Schraubentracheiden; spätere Tracheiden mit Hoftüpfeln an den Radialwänden (daneben Schraubenleisten,

---

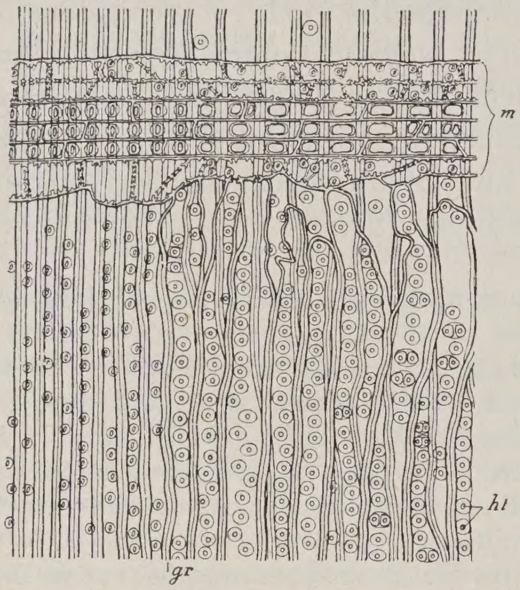
Arbor., Nr. 5, 1914. — Miyabe K. and Kudo Y., Icon. of the essent. forest trees of Hokkaido. Fasc. 1—3, 1920/21.

Über die anatom. Literatur vgl. Prantl K. in Engler u. Prantl, Natürl. Pflanzenfam., II., 1., S. 33, 1889; ferner: Jeffrey E. C., The compar. anat. and phylog. of the Conif. I. Mem. Bot. Soc. nat. hist., V., 1903; II., l. c., VI., 1905. — Penhallow D. P., Anat. of the N. Am. Conif. I. Am. Nat., Boston 1904. — Gothan W., Zur Anat. leb. u. foss. Gymn.-Hölz. Abh. preuß. geol. Landesanst., N. F., Heft 44, 1905. — Burgerstein A., Vergl. Anat. d. Holz. d. Conif. Wiesner-Festschr., 1906.

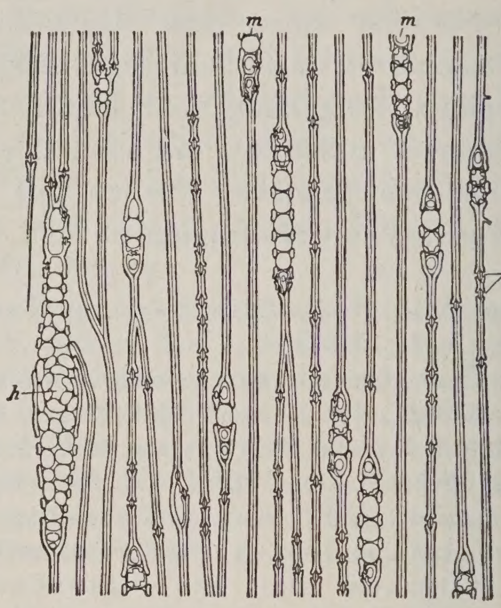
Literatur über den Blütenbau: Baillon H., Recherches organog. sur la fleur fem. des Conif. Ann. sc. nat., Bot., ser. IV., tom. 14, 1860. — Caspary R., De Abietinearum floris fem. structura morphol., Königsberg 1861. — Parlatore F., Studi organografici sui fiori e sui frutti delle Conif. Firenze 1864. — Eichler A. W., Sind die Coniferen gymnosperm oder nicht? Flora 1873; Blütendiagramme, Bd. I, 1875; Über die weibl. Blüten der Conif., Monatsb. der Akad. Berlin, 1881. — Stenzel G., Beobacht. an durchwachs. Fichtenzapf. Nov. Act. Nat. Cur., XXXVIII., 1876. — Arcangeli G., Sur la struct. d. l. fleur fem. d. Conif. et sur la question de la gymnosp. Compt. rend. Congr. int. de Bot., Paris 1878. — Čelakovský L., Zur Kritik d. Ansichten von der Fruchtsch. d. Abiet. Abh. d. k. böhm. Ges. d. Wissensch., VI., 11, 1882; Die Gymnospermen, a. a. O., VII., 4, 1890; Nachtr. dazu in Englers Bot. Jahrb., XXIV. Bd., 1897; Neue Beitr. z. Verst. d. Fruchtsch. d. Conif. Jahrb. f. wiss. Bot., XXXV., 1900. — Delpino F., Applic. di nuovi crit. per la classific. delle piante. II. Mem. Acad. Bologna, 1889. — Penzig O., Pflanzen-Teratologie, II. Bd. Genua 1894. — Worsdell W. C., The struct. of the female „flower" in *Coniferae*. Ann. of Bot., XIV., 1900; Morphol. of the fem. flower of *Cephalotaxus*. Ann. of Bot., XV., 1901. — Schumann K., Über die weibl. Blüte der Conif. Verh. d. bot. Ver. d. Prov. Brandenburg, 1902. — Spieß K. v., *Ginkgo*, *Cephalotaxus* u. die Taxaceen. Öst. bot. Ztschr., 1902. — Velenovský J., Einige Bemerkungen zur Morphologie der Gymnosperm. Beih. z. Bot. Zentralbl., Bd. XIV, 1903; Vergleichende Morphol., III. Teil, 1910. — Kubart B., Die weibl. Blüte v. *Junip. comm.* Sitzb. Akad. Wien, math.-naturw. Kl., CXIV., 1905. — Robertson A., Some points in the morphol. of *Phylloclad.* Ann. of Bot., XX., 1906. — Renner O., Über d. weibl. Bl. v. *Junip. comm.* Flora, XCVII., 1907. — Modry A., Beitr. z. Morphol. d. Cupressineenbl. Jahresb. d. Realsch. III. Bez. Wien, 1909. — Pilger R., Die Morphol. d. weibl. Blütenspr. v. *Taxus*. Bot. Jahrb., XLII., 1909. — Herzfeld St., Zur Morphol. d. Fruchtsch. v. *Larix*. Sitzb. d. Akad. Wien, math.-naturw. Kl., CXVIII., 1909; Die Entw. d. weibl. Bl. v. *Cryptomeria jap.*. a. a. O., 1910; Die weibl. Koniferenbl. Österr. bot. Zeitschr., LXIV., 1914. — Gibbs L. S., On the developm. of fem. strob. in *Podocarpus*. Ann. of Bot., XXVI., 1912. — Stiles W., The *Podocarpeae*. Ann. of Bot., XXVI., 1912. — Saxton W. T., Contrib. Life hist. of *Actinostrobus*. Ann. of Bot., XXVII., 1913.; Contrib. life hist. of *Tetraclinis*., l. c., XXVII., 1913. — Sinnott E. W., Morphol. of the reprod. struct. in *Podocarpineae*. Ann. of Bot., XXVII., 1913. — Eames A., Morphol. of *Agathis*. Ann. of Bot., XXVII., 1913. — Stase H. C., Vascul. anat. of the megasporoph. of Conif. Bot. Gaz., LX., 1915. — Burlingame L., Morphol. of *Araucaria bras.* Bot. Gaz., LVII., 1914; The orig. and relat. of *Arauc.* Bot. Gaz., LX., 1915. — Hutchinson A. H., Morphol. of *Keteleeria*. Bot. Gaz., LXIII., 1917.

(Fortsetzung auf der nächsten Seite!)

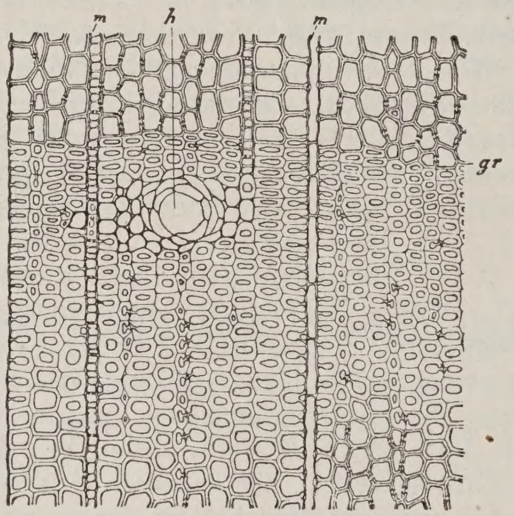
Streifungen u. dgl. bei einzelnen Formen). Harzgänge in der Rinde (Ausnahme *Taxus*), überdies bei den Abietaceen auch im Holze (vgl. Abb. 292).



1



2



3

Abb. 292. Aufbau des Holzes einer Konifere (*Pinus silvestris*). — Fig. 1. Radialschnitt. — Fig. 2. Tangentialschnitt. — Fig. 3. Querschnitt; *gr* Grenze zwischen Herbst- und Frühjahrsholz, *m* Markstrahl, *ht* Hoftüpfel, *h* Harzgang. — Nach Kny.

Die Blätter weisen häufig einen Polymorphismus auf, indem die Laubblätter der Keimpflanzen nicht selten von den späteren abweichen (Abb. 5,

---

Literatur über Befruchtung und Embryobildung: Vgl. die auf S. 364 zitierte Literatur, ferner: Dixon H. N., Fertiliz. of *Pin. silv.* Ann. of Bot., VIII., 1894. — Coulter J. M., Notes on the fertil and. embryog. of Conif. Bot. Gaz., XXII., 1897. — Woycizki Z., Üb. d. Befr. bei d. Conif. Warschau 1899 (russisch). — Chamberlain C. J., Oogenes. in *Pin. Laricio.* Botan. Gaz., XXVII., 1899. — Jäger L., Beitr. z. Kenntn. d. Endospermbildg. u. Embryobildg. v. *Taxus.* Flora, 1899. — Arnoldi W., Embryog. v. *Cephalot.* Flora, 1900. — Murill W. A., The developm. of the archeg. and fertil. in the Hemlock Spruce. Ann. of Bot., XIV., 1900. — Worsdell W. C., The vasc. struct. of the

Fig. 2 u. Abb. 293, Fig. 1), und indem an den späteren Sprossen nicht selten eine Gliederung in schuppenförmige oder häutige Niederblätter und in Laubblätter eintritt. Laubblätter stets ungeteilt, schmal, „nadelförmig“ oder

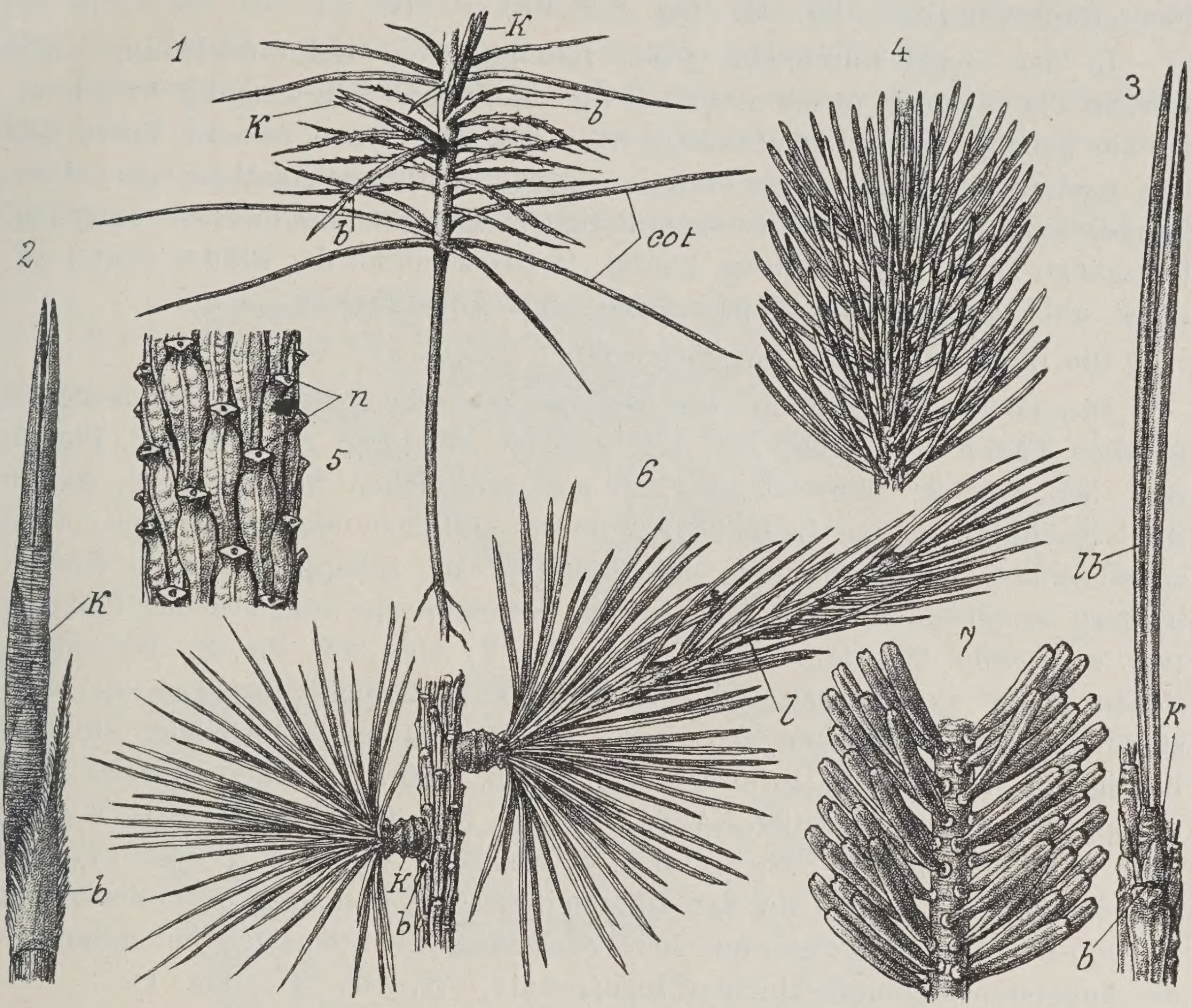


Abb. 293. Blattformen und Blattstellungen bei Koniferen. — Fig. 1. Keimling von *Pinus insignis* mit Keimblättern (*cot*), Primordialblätter (*b*) und in den Achseln derselben auftretenden Kurztrieben (*k*); nat. Gr. — Fig. 2. Junger Kurztrieb (*k*) von *Pinus nigra* mit Nieder- und 2 Laubblättern, in der Achsel eines Niederblattes (*b*) auftretend; nat. Gr. — Fig. 3. Derselbe Kurztrieb im ausgewachsenen Zustande; nat. Gr. — Fig. 4. Ästchen von *Picea excelsa*; nat. Gr. — Fig. 5. Älterer Ast von *Picea excelsa* nach dem Abfallen der Laubblätter; *n* Blattnarben; nat. Gr. — Fig. 6. Ast von *Larix decidua* mit 2 Kurztrieben (*k*), welche in den Achseln von Laubblättern (*b*) auftreten und von denen der obere in einen Langtrieb (*l*) auswächst; nat. Gr. — Fig. 7. Ästchen von *Abies alba*; nat. Gr. — Original.

schuppenförmig, zumeist mehrjährig, quirlig, dekussiert oder schraubig gestellt, im letzteren Falle manchmal durch Drehungen des Blattes scheinbar

ovul. of *Cephalot.* Ann. of Bot., XIV., 1900. — Coker W. C., Notes on the gametoph. and embr. of *Podocarpus.* Bot. Gaz., XXXIII., 1901. — Miyake K., Contrib. to the fertiliz. and embryog. of *Abies bals.* Beih. z. bot. Centralbl., 1903; On the developm. of the sex. org. and fertiliz. in *Picea excelsa*, Ann. of Bot., 1903. — Lawson A., The gametoph., arch. etc. of *Sequoia semperv.*, Ann. of Bot., 1904; The gametoph. etc. of *Cryptomeria jap.*, l. c., 1904; The gametoph. etc. of the *Cupressaceae*, l. c., 1907; The gametoph. etc. of *Pseudotsuga Dougl.*, l. c., 1909; The gametoph. etc. of *Sciadopitys*, l. c., 1910. — Ferguson M. C., Con-

zweizeilig. Eine Eigentümlichkeit mehrerer Gattungen *(Sciadopitys, Pinus)* besteht darin, daß die Langsprosse nur Niederblätter aufweisen und daß die Laubblätter zu 2—7 am Ende von Kurztrieben stehen, die in den Achseln jener auftreten (vgl. Abb. 293, Fig. 2 u. 3).

In der Regel durchzieht jedes Laubblatt ein Leitbündelstrang ohne weitere Verzweigung in der Lamina; wo eine solche Verzweigung vorkommt, ist sie gabelig. Eine Eigentümlichkeit vieler Abietaceen besteht darin, daß der mediane Strang in der Lamina zwei Leitbündel enthält. Die Leitbündel sind kollateral, von eigentümlichen Transfusionsgeweben umgeben. Harzgänge sind in den Blättern häufig. Der Gesamtbau der Blätter deutet zumeist auf xerophytische Anpassungen (vgl. Abb. 294).

Die Blüten sind stets eingeschlechtig.

Die männlichen Blüten sind zumeist „kätzchen"-ähnlich; sie bestehen in allen Fällen (vgl. Abb. 297, Fig. 4; Abb. 298, Fig. 2; Abb. 302, Fig. 2; Abb. 308, Fig. 2; Abb. 309, Fig. 2) aus zahlreichen Staubblättern, die in ihrer Stellung mit den Laubblättern im wesentlichen übereinstimmen; nicht selten findet sich am Grunde der Blüte ein aus schuppenförmigen Niederblättern bestehendes, als Schutz für die Blütenknospe fungierendes Perianth (vgl. z. B. Abb. 298, Fig. 2; Abb. 308, Fig. 2; Abb. 309, Fig. 2). Die männlichen Blüten sind achselständig, seltener (z. B. manche *Cupressaceae*) endständig an achselständigen Seitensprossen; im ersteren Falle stehen sie sehr häufig in razemösen Infloreszenzen (Abb. 296). Die Pollenblätter sind schuppenförmig und gestielt (Abb. 297, Fig. 5 u. 6; Abb. 300, Fig. 3 u. 4; Abb. 305, Fig. 2; Abb. 308, Fig. 3 u. 4; Abb. 309, Fig. 3 u. 4) oder *(Taxus)* schildförmig, sie tragen an der Unterseite 2—20 Pollensäcke. Pollenkörner bei den meisten Abietaceen und bei *Podocarpus* mit 2 blasigen Auftreibungen der äußersten Membranschicht (Flugapparat?, vgl. Abb. 271, Fig. 1).

Die weiblichen Blüten stehen immer in den Achseln von Deckblättern („Deckschuppen") und bestehen aus einem bis zahlreichen Fruchtblättern. Dieselben sind ganz oder nahezu ganz zur Bildung je einer Samenanlage verbraucht, so daß sterile Teile der Fruchtblätter ganz fehlen oder nur als kleine wulstförmige Bildungen an der Basis der Samenanlagen zu

---

trib. to the knowl. of the life hist. of *Pinus*. Proceed. Wash. Acad., vol. VI., 1904 und das Literaturverz. daselbst. — Porsch O., Üb. einig. neuere phylog. bemerk. Ergebn. d. Gametophytenerforsch. Festschr. d. naturw. Ver. Univ. Wien, 1907 und die daselbst zitierten Arbeiten von Coker u. Lawson (*Cephalotaxus*), Coulter, Land und Robertson (*Torreya*), Young (*Dacrydium*), Jeffrey u. Chrysler (*Podocarpus*), Lopriore u. Thompson (*Araucaria*), Land (*Thuja*), Juel u. Norén (*Juniperus*). — Norén C. O., Zur Kenntn. d. Entw. v. *Saxegothaea*. Svensk. Bot. Tidskr., II., 1908. — Kildahl J., The morphol. of *Phylloclad.* Bot. Gaz., XLVI., 1908. — Burlingame L. L., The staminate cone etc. of *Podocarpus*. Bot. Gaz., XLVI., 1908. — Miyake K., The developm. of gametoph. etc. *Cunninghamia*. Bot. Mag. Tokyo, 1908. — Thomson R. B., On the pollen of *Microcachrys*. Bot. Gaz., XLVII., 1909. — Hutchinson A. H., The male gametoph. of *Abies*. Bot. Gaz., LVII., 1914; On the male gametoph. of *Picea*, l. c., 1915; Fertilizat. in *Abies*, l. c., 1915. — Herzfeld St., *Ephedra campylopoda* etc., Denkschr. Akad. d. W. Wien, 98., 1922 und die dort zitierte Literatur.

konstatieren sind. In den weiblichen Blüten entstehen zumeist aus der Achse der Blüte schuppenförmige oder wulstförmige, mit dem Blattkissen des Deckblattes oft zum Teil verbundene Gebilde, welche die Samenanlagen zum Teil umhüllen oder sie seitlich bedecken und die als „Fruchtschuppen“ oder als „Fruchtwülste“ bezeichnet werden (Abb. 295)[134].

Die weiblichen Blüten stehen in Infloreszenzen; vereinzelte scheinbare Ausnahmen (z. B. die Einzelblüten von *Taxus*) bei abgeleiteten Formen.

Die weiblichen Blüten der Koniferen, in erster Linie die der *Abietaceae*, sind der Gegenstand zahlreicher Erörterungen gewesen, die heute noch nicht zu einer Übereinstimmung

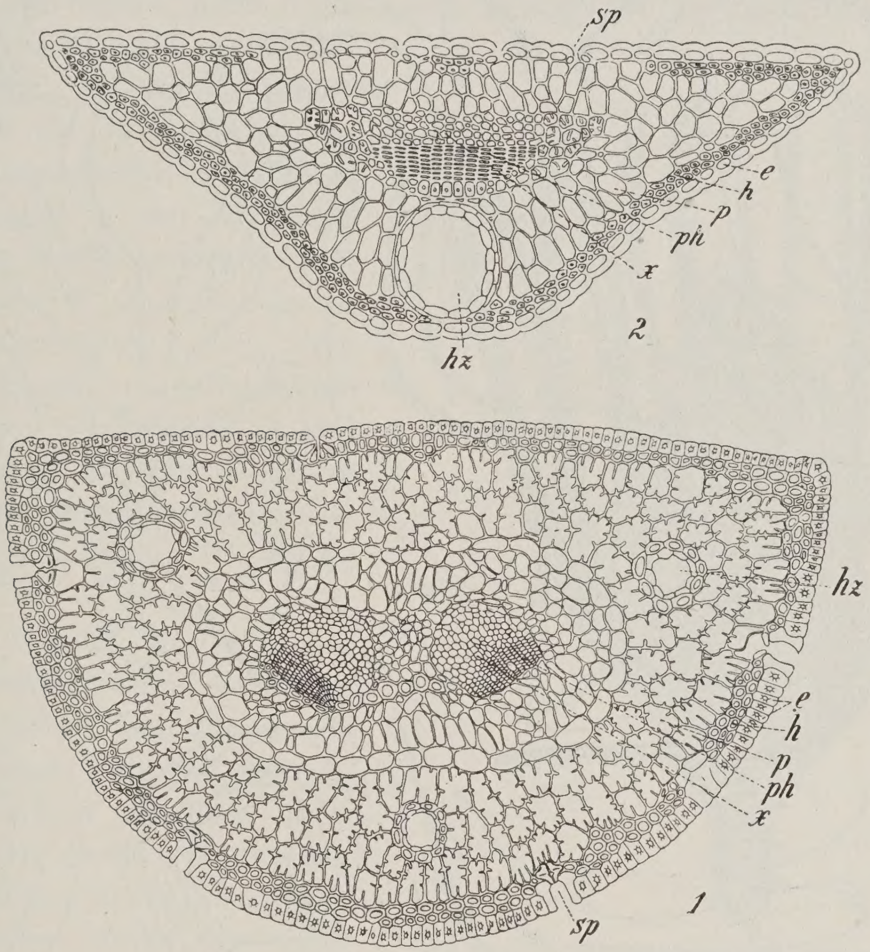


Abb. 294. Querschnitte durch Koniferen-Laubblätter. — Fig. 1. *Pinus nigra.* — Fig. 2. *Juniperus communis*; *x* Xylem, *ph* Phloëm, *p* Assimilations-Parenchym, *h* Hypoderm, *e* Epidermis, *hz* Harzgang, *sp* Spaltöffnung. — Stark vergr. — Original.

geführt haben (vgl. die Literatur S. 435). Es stehen sich diesbezüglich insbesondere zwei prinzipiell ganz verschiedene Auffassungen gegenüber; nach der einen sind die „Blütenzapfen“ der Koniferen Einzelblüten, nach der zweiten Infloreszenzen. Immer mehr erscheint es als unzweifelhaft, daß die zweiterwähnte Auffassung die berechtigte ist. Aber auch bei den Anhängern dieser zweiten Anschauung gehen die Deutungen der einzelnen Teile sehr auseinander.

Die in diesem Buche angenommene Deutung beruht einerseits auf einem eingehenden morphologischen Vergleiche der weiblichen Blüten der *Ginkgoaceae* und Koniferen, welcher zeigt, daß sich eine ganz allmähliche Ableitung der Typen voneinander vornehmen läßt;

134) „Ovular-Schuppen“ oder „-Wülste“ nach Vierhapper.

sie beruht anderseits auch auf der Voraussetzung, daß die männlichen und weiblichen Infloreszenzen, bzw. Blüten wenigstens in den meisten Fällen annähernd homolog gebaut sein dürften (vgl. z. B. Abb. 297). Nach dieser Deutung sind daher die „Zapfen" der Koniferen Infloreszenzen, die „Fruchtschuppen" oder Fruchtwülste sind am Grunde

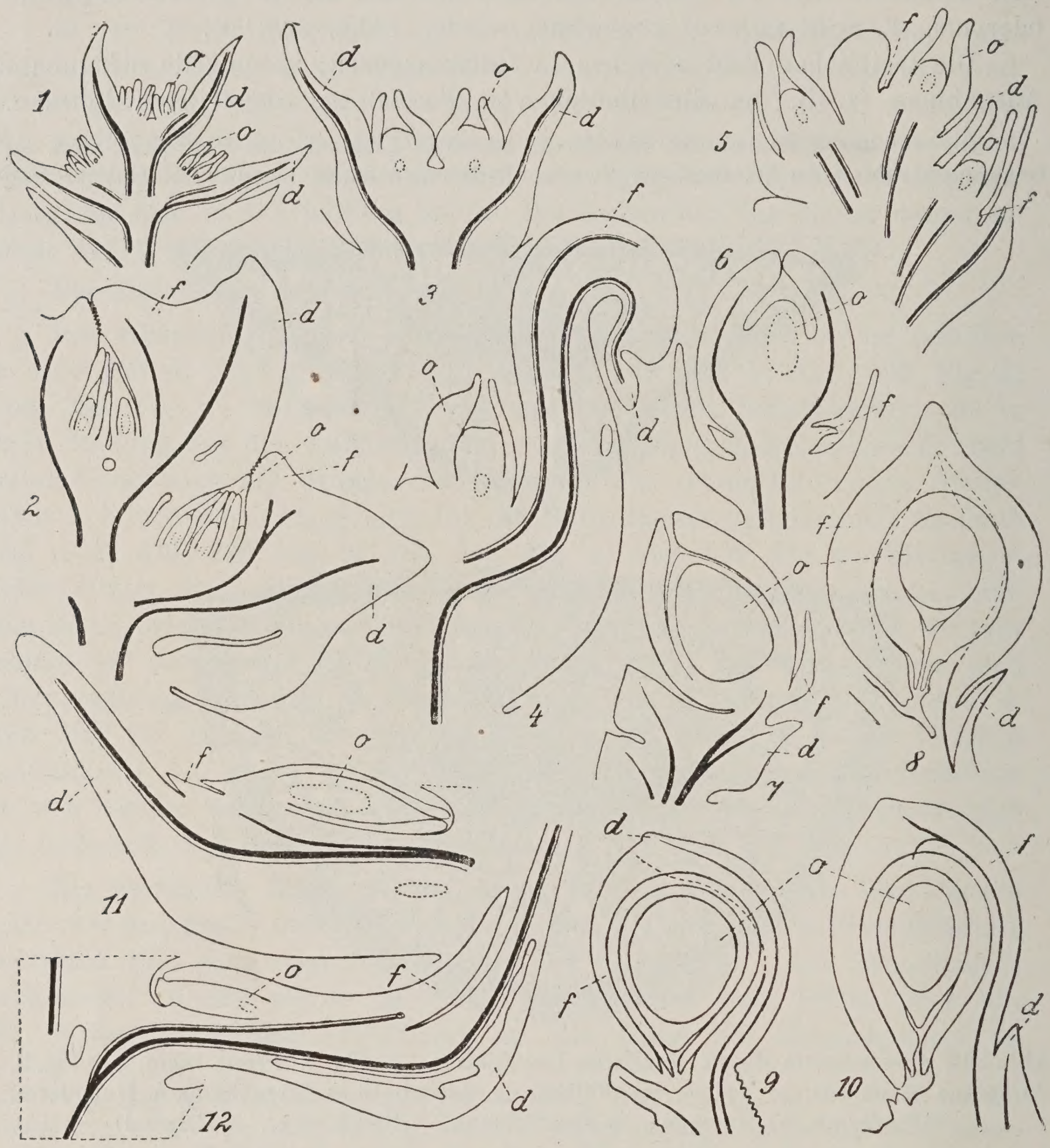


Abb. 295. Übersicht der Deckschuppen- (*d*) und Fruchtschuppen- resp. Fruchtwulstbildungen (*f*) bei Coniferen. *o* = Samenanlage. — Fig. 1. *Cupressus Benthamii* im Aufblühstadium, Fig. 2 der Fruchtreife sich nähernd. — Fig. 3 u. 4. Dieselben Stadien von *Chamaecyparis Lawsoniana.* — Fig. 5. *Phyllocladus alpinus* im Aufblühstadium. — Fig. 6. *Taxus baccata* ebenso. — Fig. 7. *Dacrydium cupressinum.* — Fig. 8. *Podocarpus spicata.* — Fig. 9. *P. dacrydioides.* — Fig. 10. *P. Totara.* — Fig. 11. *Cunninghamia Davidiana.* — Fig. 12. *Araucaria Balansae.* — Fig. 1—6, 11 u. 12 nach Aase, 7—10 nach Sinnott.

der Samenanlagen entspringende Neubildungen (Achsenbildungen oder solche in Verbindung mit den Basalteilen der Deckblätter), welche nach dem Schwinden der sterilen Teile der Fruchtblätter (= Makrosporophylle) die Funktion des Schutzes der Samenanlagen übernommen haben.

Eine Klarstellung des Baues der Koniferenzapfen wurde erschwert durch den Umstand, daß der Übergang vom Blüten- zum Fruchtzustand ein ganz allmählicher ist und zum Vergleiche oft einerseits der erstere, anderseits der letztere herangezogen wurde.

Samenanlage atrop oder anatrop, mit 1 Integument, dessen Endteil oft röhrenförmig verlängert ist. Pollenkammer im Nucellus fehlend oder klein. Archegonien 2 bis zahlreich. Die Pollenverbreitung erfolgt durch den Wind; Auffangen der Pollenkörner und Transport derselben in das Innere der Mikropyle durch einen an dieser ausgeschiedenen Flüssigkeitstropfen (Pollinationstropfen). Der Pollenschlauch wächst durch das Nucellargewebe zur Eizelle. Befruchtung durch nicht selbständig bewegliche Spermakerne; sie erfolgt oft erst recht spät nach der Bestäubung. In der Zwischenzeit sind die Pollenkörner infolge mannigfacher Verschlußeinrichtungen an der Mikropyle innerhalb des Integumentes eingeschlossen[135]). Die wichtigsten Eigentümlichkeiten der dem Gametophyten entsprechenden Teile der Samenanlagen und Pollenkörner wurden schon in dem allgemeinen Abschnitte über die Gymnospermen (S. 406ff.) erwähnt.

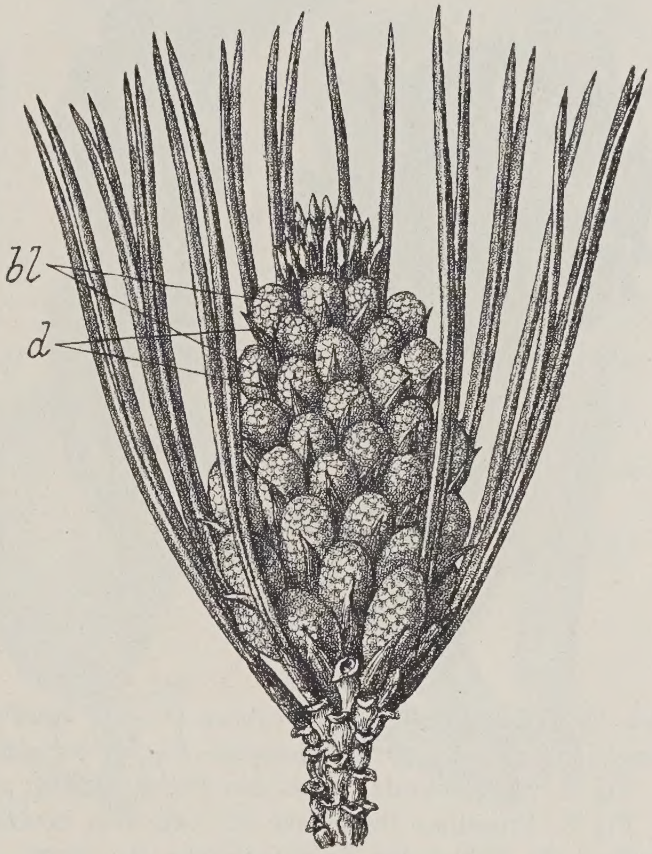


Abb. 296. Männliche Infloreszenz von *Pinus uncinata*. Jede Blüte (*bl*) steht in der Achsel eines Niederblattes (*d*). — Nat. Gr. — Original.

Die Samen, bzw. Früchte sind bei einigen *Taxaceae* infolge eigentümlicher Ausbildung des Integumentes steinfruchtartig, sonst besitzen sie eine harte Testa. Bei einigen Gattungen erhalten sie durch Veränderungen benachbarter Teile (Fleischigwerden benachbarter Blätter oder Achsenteile) fleischige Hüllen oder Anhangsbildungen. Bei den meisten *Abietaceae* werden die Deckblätter oder die Fruchtschuppen oder beide holzig und vergrößert, die ganzen Infloreszenzen werden zu „Fruchtzapfen". Bei den *Cupressaceae* werden die aus Deckblättern und Fruchtschuppen bestehenden Teile entweder holzig und es entstehen Fruchtzapfen, welche denen der *Abietaceae* ähnlich sind oder diese Bildungen werden fleischig (Beerenzapfen). Geflügelte Samen sind bei Formen mit holzigen Zapfen häufig, dabei entstehen die Flügel aus den Integumenten oder durch

[135]) Vgl. Himmelbaur W., Die Mikropylenverschl. d. Gymnosp. etc. Sitzb. d. Akad. Wien, math.-naturw. Kl., 1908.

Ablösung eines Stückes der Innenwand der Fruchtschuppe. Embryo stets mit Embryoträger, mit 2—15 Cotyledonen.

Was die phylogenetischen Beziehungen der Koniferen anbelangt, so hängt die Möglichkeit der Aufklärung derselben ganz wesentlich von einer Klarstellung des Baues der weiblichen Blüten ab. Bei der im Vorstehenden vertretenen Auffassung derselben erscheint die Klasse als etwas im allgemeinen Einheitliches und ist kein Grund dafür vorhanden, sie in entwicklungsgeschichtlich wesentlich verschiedene Gruppen zu zerlegen[136]). Über die Unmöglichkeit, die Koniferen phylogenetisch an die *Lycopodiinae* anzuschließen, vgl. das S. 412 Gesagte. Als Vorfahren kommen wohl in erster Reihe die *Ginkgoinae* und die *Cordaitineae* in Betracht. Den ersteren stehen manche *Taxaceae*, den letzteren insbesondere die *Araucarieae* unter den *Abietaceae* nahe. Da auch die *Ginkgoinae* mit den *Cordaitineae* genetisch in Beziehungen stehen, erscheinen letztere im allgemeinen als die Vorfahren der

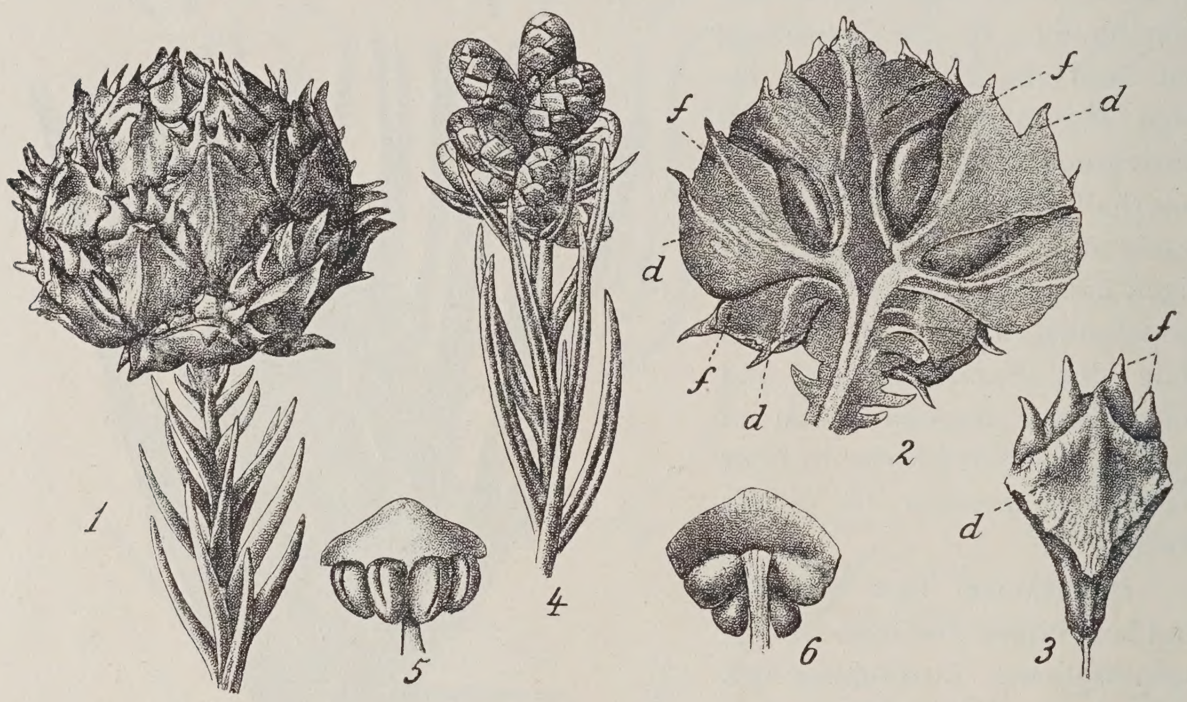


Abb. 297. Weibliche Infloreszenz (Fig. 1) einer Taxodioidee (*Cryptomeria japonica*) im Vergleiche mit der ♂ Infloreszenz (Fig. 4) derselben Pflanze; beide Figuren etwas vergr. — Fig. 2. Längsschnitt durch den Fruchtzapfen; *d* Deckblätter, *f* Fruchtschuppen vergr. — Fig. 3. Einzelnes Deckblatt (*d*), von dem heranwachsenden Achsenteile emporgehoben, darüber die Zähne der Fruchtschuppe (*f*); vergr. — Fig. 5. Staubblatt von unten; Fig. 6 von oben; vergr. — Original.

Koniferen. Aus dem Gesagten ergibt sich, daß, wenn auch die Koniferen eine im allgemeinen einheitliche Gruppe darstellen, die Aufzählung der einzelnen Untergruppen im Systeme nicht den Eindruck einer einheitlichen Entwicklungsreihe hervorrufen darf; die einzelnen Familien sind alte Typen, deren jede von analogen Vorfahren ausgehend ihren eigenen Entwicklungsweg eingeschlagen hat.

Fossile Koniferen, bzw. Teile solcher sind in großer Zahl bekannt geworden, und zwar von den obersten Permablagerungen bis in die jüngste Zeit. Zu den ältesten halbwegs sicheren Typen gehören *Araucarieae* (*Walchia*, *Ullmannia* u. a.) und *Taxodieae* (*Voltzia*, *Schizolepis* u. a.). *Abieteae* sind seit der Triasperiode bekannt, reichlich erst seit der Kreide. *Cupressaceae* finden wir seit dem Jura, *Taxaceae* in unsicheren Resten seit dem Jura; der letzterwähnte Umstand dürfte vielleicht mit der schwierigen Erhaltung charakteristischer Teile zusammenhängen.

[136]) Vgl. die Einteilung Lotsy's in „*Florales*“ und „*Inflorescentiales*“.

1. Familie: **Taxaceae.** (Abb. 298 u. 299.) Laubblätter schraubig, seltener gegenständig, meist nadelförmig. Männliche Blüten achselständig,

Abb. 298. *Taxaceae*. — Fig. 1—7. *Taxus baccata*; Fig. 1. Ästchen mit 2 Samen, nat. Gr.; Fig. 2 männliche Blüte, vergr.; Fig. 3 weibliche Blüte, etwas vergr.; Fig. 4 dieselbe im Längsschnitte, *ar* Anlage der Cupula, *A* Ende der relativen Hauptachse; Fig. 5 Samen (*s*) mit Cupula (*ar*), etwas vergr.; Fig. 6 derselbe im Längsschnitte; Fig. 7 Diagramm der ♀ Blüte, *A* Hauptachse, *br* Blatt, in deren Achsel der Seitensproß steht, *st* sterile Blätter, *f* Samenanlage. — Fig. 8—10. *Cephalotaxus Fortunei*; Fig. 8. weibliche Infloreszenz, *d* Deckblätter, *f* Samenanlagen, vergr.; Fig. 9 Zweig mit Samen, *b* rückgebildeter Teil der Infloreszenz, nat. Gr.; Fig. 10 Diagramm der ♀ Infloreszenz, *A*, *br*, *f* wie in Fig. 7, *a* Ende der Seitenachse, *d* Deckblätter. — Fig. 11—13. *Podocarpus chinensis*; Fig. 11 Teil einer ♀ Infloreszenz, vergr.; Fig. 12 samentragende Infloreszenz, etwas vergr.; Fig. 13 Diagramm einer ♀ Infloreszenz; in Fig. 11 bedeutet *s* Samenanlage, *f* Epimatium; in Fig. 13 bezeichnet *f* die ganze Samenanlage; sonstige Bezeichnungen wie Fig. 7 u. 10. — Original.

einzeln (manchmal verarmte Infloreszenzen) oder zu Infloreszenzen vereinigt, seltener endständig; jedes Staubblatt mit 2—8 Pollensäcken. Weibliche Blüten in den Achseln von Deckblättern oder an den Enden kurzer, achsel-

ständiger Sprosse, zu Infloreszenzen vereinigt, seltener einzeln, nur aus 1—2 Fruchtblättern bestehend, die je 1 Samenanlage bilden. Die Samenanlagen sind häufig von einer schuppenförmigen oder becherförmigen Hülle (Fruchtschuppe, Fruchtwulst, auch als „Epimatium" bezeichnet) umgeben (Abb. 295, Fig. 5—10). Samenanlagen aufrecht oder umgewendet. Infloreszenzen bei der Samenreife keine Zapfen bildend. Samen mit fleischiger Wand oder trocken, dann in Verbindung mit fleischigen Bildungen (Fruchtwulst, benachbarte Blatt- oder Achsenteile). Kotyledonen meist 2.

Abb. 299. *Phyllocladus trichomanoides.* — Fig. 1. Steriler Sproß; nat. Gr. — Fig. 2. Sproß mit ♂ Blüten; nat. Gr. — Fig. 3. Sproß mit ♀ Infloreszenzen; nat. Gr. — Fig. 4 u. 5. Staubblätter; vergr. — Fig. 6. ♀ Infloreszenz; vergr. — Fig. 7 u. 8. Längsschnitte durch ♀ Infloreszenzen; vergr. — Fig. 1 Original, Fig. 2—8 nach Richard.

A. Weibliche Blüten mit 2 Fruchtblättern, also in der Achsel jedes Deckblattes 2 Samenanlagen. Samen steinfruchtartig (Ähnlichkeit mit *Ginkgo*). Pollenkörner ohne Luftsäcke. (*Cephalotaxeae.*) — *Cephalotaxus* (Abb. 298, Fig. 8—10) mit mehreren Arten in Japan und China, in wärmeren Gebieten der extratropischen Zonen und auch sonst vielfach als Zierpflanzen kultiviert, besonders *C. drupacea*, *C. Fortunei.*

B. Weibliche Blüten mit 1 Fruchtblatt, also in der Achsel eines Deckblattes oder am Ende eines kurzen achselständigen Sprosses nur 1 Samenanlage; Samenanlagen aufrecht; Samen mit fleischiger Hülle (*Taxeae*). — *Torreya.* Blätter nadelförmig. ♀ Infloreszenzen mit 2 Blüten. *T. nucifera* in Japan und Südchina, *T. taxifolia* in Florida, *T. californica* in Kalifornien. Samen der letzteren als „kalifornische Muskatnuß" gebraucht. — *Taxus.* Blätter nadelförmig. ♀ Infloreszenzen mit 1 Blüte. (Abb. 298, Fig. 1—7.) *T. baccata*, die Eibe, in Europa und im extratropischen Südwestasien. Samen giftig, die

rote Hülle dagegen nicht giftig. In vielen Formen in Gärten kultiviert. *T. canadensis* in Nordamerika, *T. Wallichiana* in Südasien, *T. cuspidata* in Japan, *T. brevifolia* in Nordamerika u. a. stehen der *T. baccata* sehr nahe.

C. Weibliche Blüten mit 1 Fruchtblatt, also in der Achsel eines Deckblattes nur eine Samenanlage. Samenanlage oft nach abwärts gewendet. Bei der Samenreife wird der Samen steinfruchtartig infolge Fleischigwerdens der mit dem Samen verbundenen Fruchtschuppen oder benachbarte Achsen- oder Blatteile werden fleischig. Pollenkörner meist mit Luftsäcken. (*Podocarpeae.*) — *Podocarpus* (Abb. 298, Fig. 11—13) artenreiche Gattung in Ostasien, in den gemäßigten Regionen der südlichen Halbkugel, in den Gebirgen der Tropen; *Dacrydium*, Malayische Inseln, Tasmanien, Neuseeland, Australien; *Saxegothaea*, Anden von Patagonien u. Chile; *Microcachrys*, Tasmanien. — *Phyllocladus*, Blätter reduziert, in ihren Achseln zu Phyllokladien umgebildete Kurztriebe. *Ph. trichomanoides* und *Ph. alpinus* auf Neuseeland, *Ph. aspleniifolius* auf Tasmanien. — An den Wurzeln aller *Podocarpeae* Wurzelknöllchen mit *Bacillus radicicola.*

2. Familie: **Cupressaceae.** (Abb. 300—303.) Laubblätter schraubig, gegenständig oder wirtelig, nadelförmig oder (meist) schuppen-

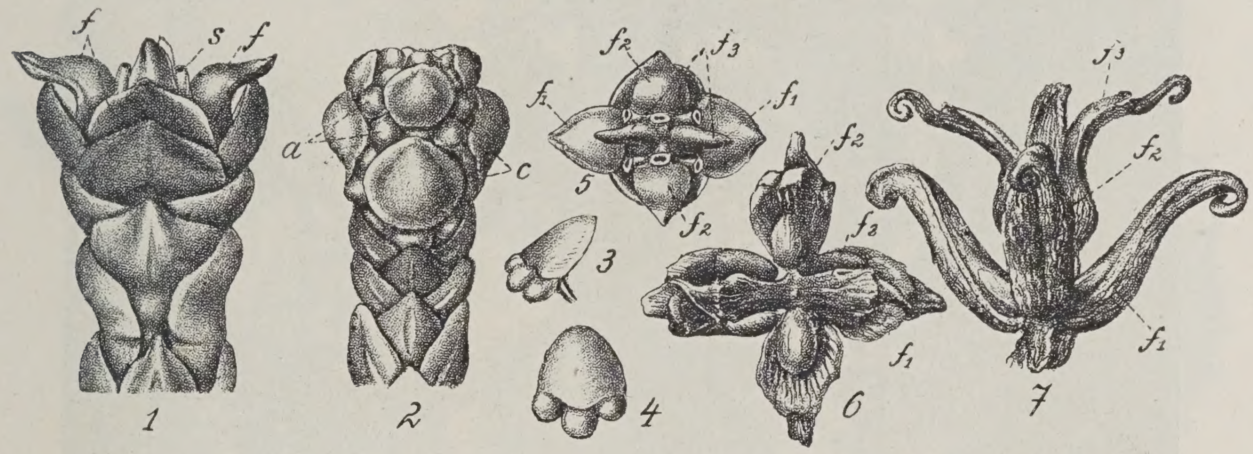


Abb. 300. *Cupressaceae* (*Thuja orientalis*). — Fig. 1. ♀ Infloreszenz; *f* Deckblätter, *s* Samenanlagen. — Fig. 2. ♂ Blüte; *a* Pollensäcke, *c* Konnektive. — Fig. 3 u. 4. Staubblätter; vergr. — Fig. 5. ♀ Infloreszenz von oben, aus 3 Paaren von Deckblättern (f_1—f_3) mit den in ihren Achseln stehenden Blüten aufgebaut; vergr. — Fig. 6. Fruchtzapfen von oben, Fig. 7 von der Seite gesehen; f_1—f_3 bezeichnen hier die fruchtschuppenartigen Achsengebilde, welche an den Enden die Deckblätter tragen; nat. Gr. — Original.

förmig. Männliche Blüten achselständig, dabei einzeln oder in Infloreszenzen oder endständig an Seitensprossen. Jedes Staubblatt mit 2—8 Pollensäcken. Pollenkörner ohne Luftsäcke. Weibliche Blüten in den Achseln von Deckblättern, stets zu Infloreszenzen vereinigt, nur aus 1 bis zahlreichen Fruchtblättern bestehend, die je eine Samenanlage bilden. Deckblätter, insbesondere während der Zeit der Samenreife, häufig mit schuppenartigen Achsenbildungen („Fruchtwülste" oder „Fruchtschuppen") verbunden und von diesen emporgehoben (Abb. 295, Fig. 1—4). Dieselben werden schließlich gleichwie die Deckblätter holzig oder fleischig. Infloreszenzen bei der Samenreife stets zapfenartig, je nach der ebenerwähnten Beschaffenheit der Deckblätter und Fruchtschuppen „Holzzapfen" oder (seltener) „Beerenzapfen". Samenanlagen aufrecht, seltener umgewendet; Samen nie fleischig. Kotyledonen 2—6.

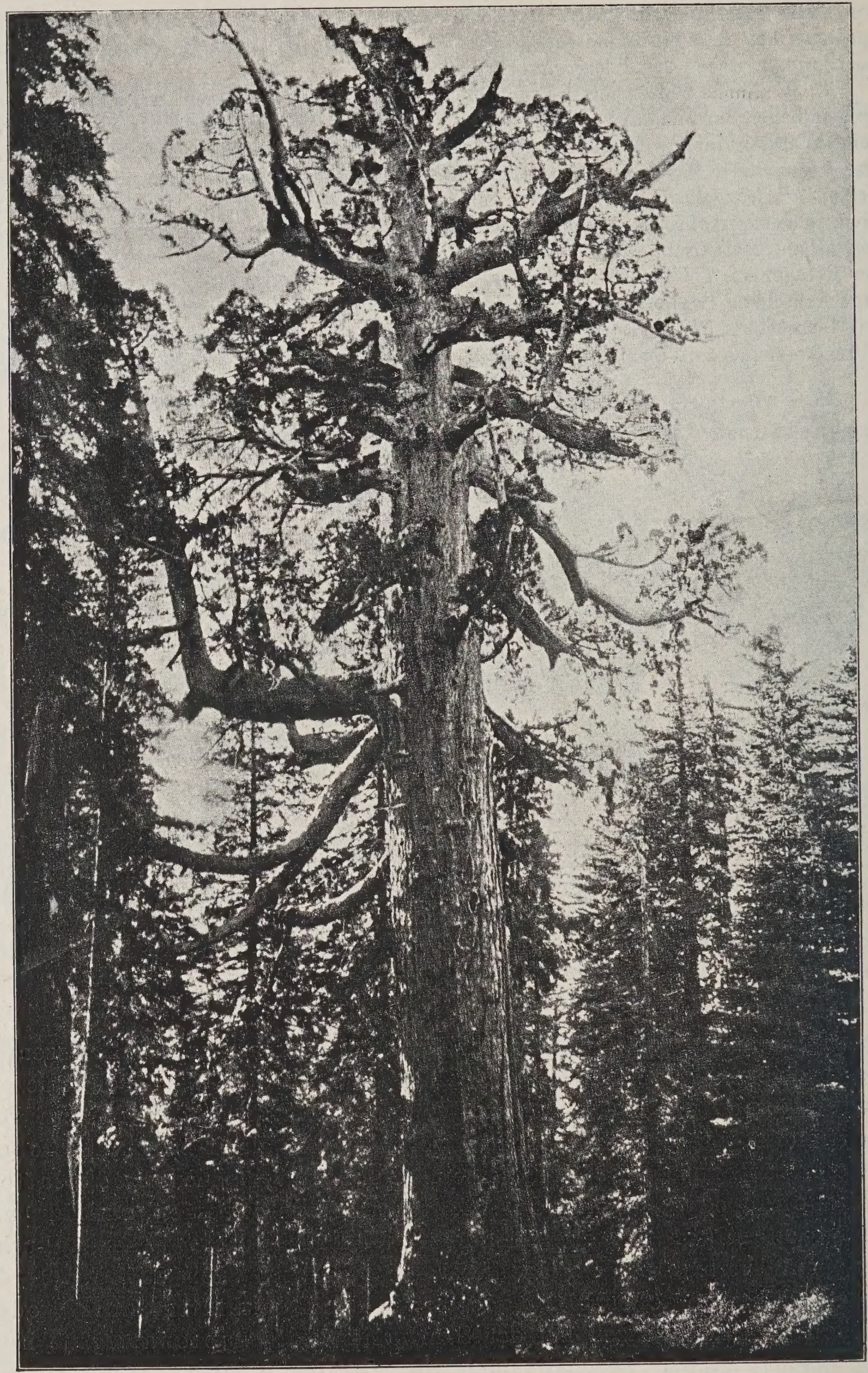


Abb. 301. Ein altes Exemplar von *Sequoia gigantea* mit einem Stammdurchmesser von 11 *m*. — Nach einer käuflichen Photographie.

A. Vegetative Blätter und Infloreszenzdeckblätter schraubig. Stets Holzzapfen: **Taxodioideae.**

a) Samenanlagen in jeder Blüte mehrere (3—6), umgewendet. Pollensäcke 2. Zapfenschuppen flach (*Arthrotaxeae*): *Arthrotaxis* in Tasmanien.

b) Samenanlagen in jeder Blüte mehrere (meist 5), aufrecht, dann umgewendet. Pollensäcke 2—5. Zapfenschuppen schildförmig (*Sequoieae*): *Sequoia gigantea,* der berühmte „Mammutbaum" in Kalifornien (Abb. 301). Bedeutende Dimensionen (Stammhöhe bis 100 *m*, Durchmesser bis 12 *m*) und hohes Alter (meist bis zirka 1500 Jahre[137]); im British Museum in London befindet sich eine Stammscheibe, die deutlich 1335 Jahresringe aufweist; im Museum of Natural History in New York eine solche von einem Baume, der im Jahre 550 n. Chr. keimte) erreichend; vielfach in Gärten kultiviert. — *S. sempervirens,* „Red wood" der Amerikaner, an Dimensionen der vorigen wenig nachstehend; auch in Kalifornien.

c) Samenanlagen in jeder Blüte mehrere (3—6), aufrecht. Pollensäcke 3—5. Zapfenschuppen flach (*Cryptomerieae*): *Cryptomeria japonica* (Abb. 297), die „japanische Zeder" (China, Japan), häufig kultiviert.

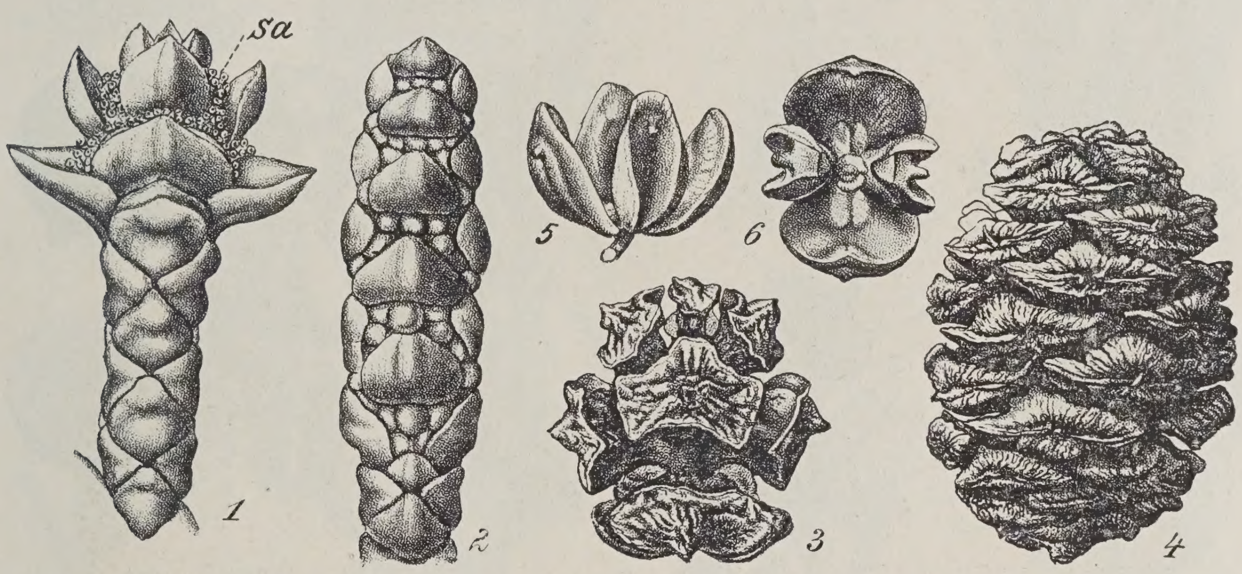


Abb. 302. *Cupressaceae.* — Fig. 1—3. *Cupressus sempervirens.* — Fig. 1. Weibliche Infloreszenz; vergr.; *sa* Samenanlagen. — Fig. 2. Männliche Blüte; vergr. — Fig. 3. Reifer Fruchtzapfen; nat. Gr. — Fig. 4. Fruchtzapfen von *Sequoia gigantea*; nat. Gr. — Fig. 5. Fruchtzapfen von *Tetraclinis articulata* von der Seite. — Fig. 6. Derselbe von oben; nat. Gr. — Original.

d) Samenanlagen in jeder Blüte 2, aufrecht. Pollensäcke 5—8. Zapfenschuppen flach (*Taxodieae*): *Taxodium distichum* die „virginische Sumpfzypresse" an feuchten Stellen in den östlichen und südlichen Staaten von Nordamerika. Dickstämmiger Baum mit alljährlich abfallenden Sprossen von begrenztem Wachstume und mit mächtigen Atemwurzeln. — *T. mexicanum,* die „mexikanische Sumpfzypresse", in Mexiko, bekannt durch mächtige Stammbildungen.

B. Vegetative Blätter und Infloreszenzdeckblätter gegenständig oder quirlig. Holzzapfen oder Beerenzapfen: **Cupressoideae.**

a) In jeder Blüte 2—30 Samenanlagen. Holzzapfen. Zapfenschuppen schildförmig (Abb. 302) (*Cupresseae*): *Cupressus* „Zypresse", z. B. *C. sempervirens* (Abb. 302, Fig. 1—3)

[137]) Nach W. L. Jepson (Mem. of the Univers. of Calif., vol. II., 1910) weisen einzelne Exemplare 2200—2300 Jahresringe auf. Er betrachtet es als sicherstehend, daß John Muir ein ausnehmend gewaltiges Exemplar entdeckte, dessen Alter sich auf Grund eingehender Studien auf zirka 4000 Jahre schätzen läßt.

mit kegelförmiger Krone, im Mediterrangebiete, *C. funebris* mit breiter Krone und hängenden Zweigen, in China. — *Chamaecyparis*, z. B. *C. Lawsoniana* (Kalifornien), *C. nutkaensis* (westliches Nordamerika), häufig in Gärten kultiviert; Formen von *C. pisifera* (Japan, Formosa) mit Blättern von der Form der Jugendblätter in den Gärten unter den Namen *Retinospora plumosa* und *R. squarrosa*.

b) In jeder Blüte 1—5 Samenanlagen. Holzzapfen. Zapfenschuppen flach, dachig (Abb. 300) (*Thujopseae*): *Thuja* „Lebensbaum" (Abb. 300). *Th. occidentalis* (nordöstlicher Teil von Nordamerika) und *Th. orientalis* (China, Japan) in zahlreichen Formen viel in Gärten, auf Friedhöfen etc. kultiviert. — *Thujopsis dolabrata*, Japan, häufig in Gärten: ebenso *Libocedrus decurrens* (westliches Nordamerika, „White Cedar").

c) In jeder Blüte 1 bis mehrere Samenanlagen. Holzzapfen. Zapfenschuppen flach, klappig (Abb. 302, Fig. 5) (*Actinostrobeae*): *Tetraclinis articulata* (= *Callitris quadrivalvis*) (Abb. 302, Fig. 5 u. 6). Nordwestafrika, liefert „Sandarakharz". — *Callitris juniperoides* in Südafrika. — *Actinostrobus* in Südwestaustralien. — *Fitzroya* in Chile und Tasmanien.

d) In jeder Blüte 1—2 Samenanlagen. Beerenzapfen (Abb. 303) (*Junipereae*). — *Juniperus*. „Wacholder". Blattquirle dreizählig, Laubblätter nadelförmig: *J. communis*,

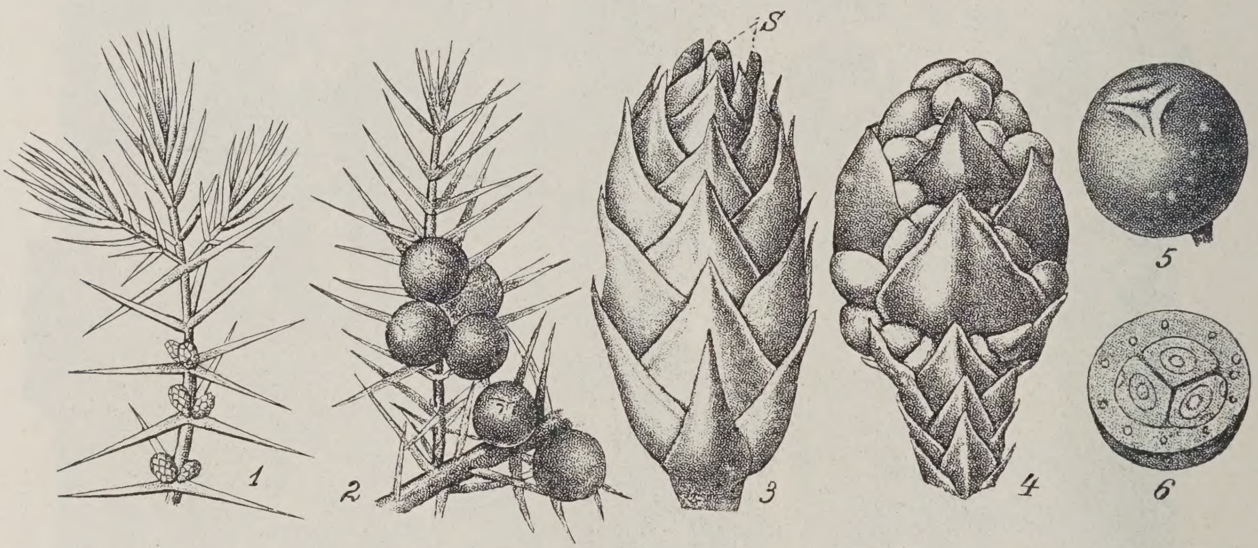


Abb. 303. *Juniperus communis*. — Fig. 1. Ästchen mit männlichen Blüten; nat. Gr. — Fig. 2. Ästchen mit Fruchtzapfen; nat. Gr. — Fig. 3. Weibliche Infloreszenz, *s* Samenanlagen; vergr. — Fig. 4. Männliche Blüte; vergr. — Fig. 5. Reifer Fruchtzapfen; vergr. — Fig. 6. Derselbe im Querschnitte; vergr. — Fig. 1, 2, 5 u. 6 nach Berg und Schmidt, Fig. 3 und 4 nach Antoine.

gemeiner Wacholder (Abb. 303), in der nördlichen extratropischen Zone verbreitet. Beerenzapfen in den meisten Kulturländern als „Fructus Juniperi" offizinell, überdies zur Branntweinerzeugung und als Räucherwerk verwendet; schwarzblau. *J. Oxycedrus* und *J. macrocarpa* mit braunen Beerenzapfen im Mediterrangebiete; erstere liefert das „Oleum cadinum". — Laubblattquirle meist zweizählig, Blätter schuppenförmig: *J. Sabina*, Sadebaum, Sevenstrauch, in den Gebirgen Mittel-, Süd- und Osteuropas, Nordasien. Die Zweigenden vielfach medizinisch verwendet („Summitates Sabinae"), alle Teile giftig. *J. virginiana* „virginische Zeder" (atlantisches Nordamerika) liefert eines der als „Zedernholz" vielfach verarbeiteten Hölzer.

3. Familie: **Abietaceae.** (Abb. 304—311.) Laubblätter schraubig angeordnet, nadelförmig. Männliche Blüten achselständig (selten scheinbar terminal), in Infloreszenzen oder einzeln. Jedes Staubblatt mit zahlreichen bis 2 Pollensäcken. Pollenkörner mit oder ohne Luftsäcke. Weibliche Blüten in den Achseln von Deckblättern, stets in Infloreszenzen, nur aus 1—9

Fruchtblättern bestehend, die je eine Samenanlage bilden. Zwischen den Samenanlagen und dem Deckblatte finden sich mehrere Fruchtschuppen oder eine große Fruchtschuppe (Abb. 295, Fig. 11 u. 12). Samenanlagen umgewendet. ♀ Infloreszenzen stets zapfenartig, bei der Samenreife infolge entsprechender Veränderung der Deck- oder Fruchtschuppen oder beider holzig werdend. Samen nie fleischig, oft häutig berandet. Kotyledonen 2 bis mehrere.

A. Pollensäcke der Staubblätter 19—5 (Abb. 305, Fig. 2). Weibliche Blüten mit je 1 Fruchtblatte, also je eine Samenanlage in der Achsel eines Deckblattes (Abb. 305, Fig. 4

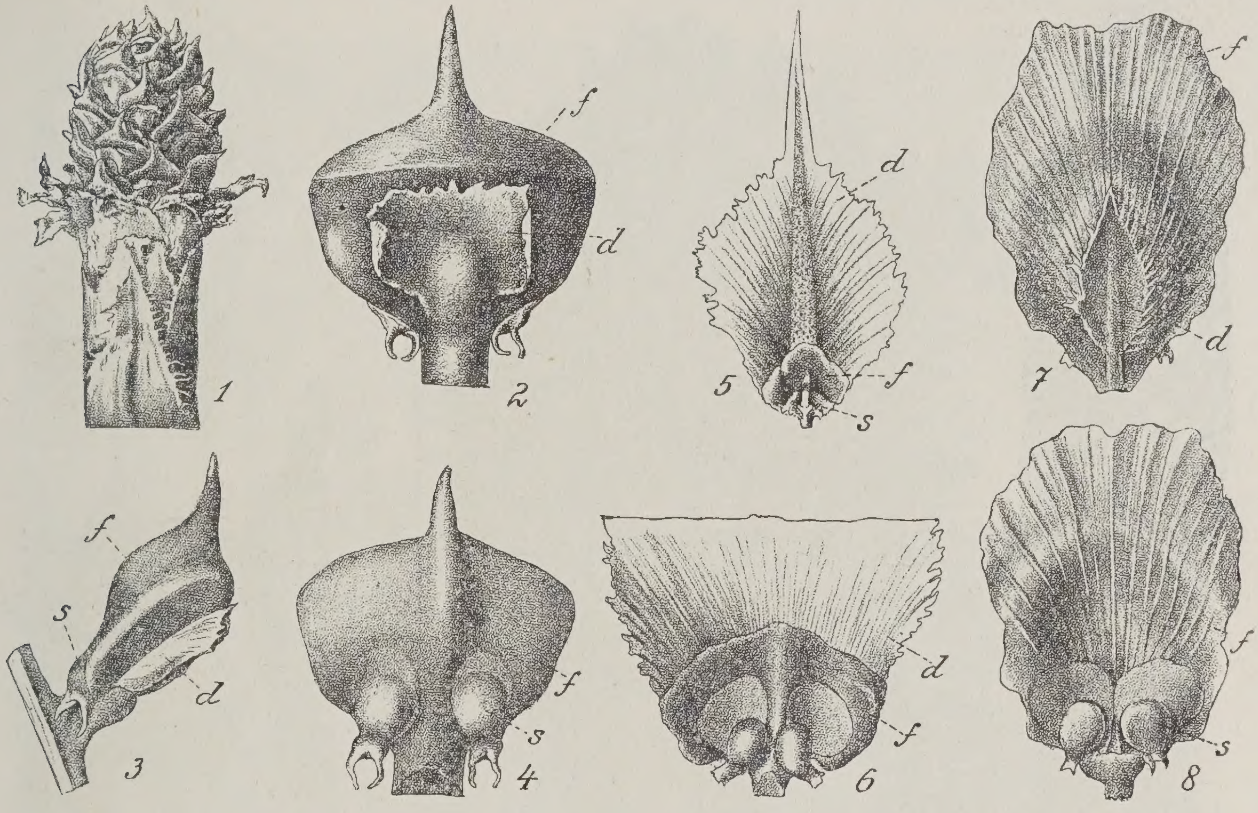


Abb. 304. Weibliche Blüten von Abietaceen. — Fig. 1. Weibliche Infloreszenz von *Pinus nigra*; vergr. — Fig. 2—4. Weibliche Blüte davon von unten (2), von der Seite (3) und von oben (4) gesehen; *d* Deckblatt, *f* Fruchtschuppe, *s* Samenanlage; vergr. — Fig. 5. Weibliche Blüte von *Abies alba* von oben gesehen; vergr. — Fig. 6. Unterer Teil davon; stärker vergr.; Bezeichnungen wie in Fig. 3. — Fig. 7. Weibliche Blüte von *Picea excelsa* von unten. — Fig. 8. Dasselbe von oben, vergr.; Bezeichnungen wie in Fig. 3. — Nach Hempel und Wilhelm.

und 5). Fruchtschuppe das Deckblatt emporhebend, mit kurzem Endteile. Keine Luftsäcke an den Pollenkörnern. Kotyledonen 2—4. (*Araucarieae.*)

Agathis. Samen geflügelt. *A. australis*, Neuseeland, „Kaurifichte", liefert Harz („Kawri-Kopal"); *A. Dammara*, malayisch. — *Araucaria.* Samen nicht geflügelt. Große, vielfach bestandbildende Bäume in Südamerika und in Australasien, z. B. *A. brasiliana* (Abb. 306) in Südbrasilien, *A. imbricata* in Chile, *A. excelsa*, die „Norfolktanne" auf der Insel Norfolk (Abb. 305) u. a. Die meisten Arten, besonders die letzterwähnte, als Zierpflanze oft kultiviert. Die Samen der meisten Arten sind genießbar.

B. Pollensäcke der Staubblätter 4—2. Weibliche Blüte mit 9—2 Fruchtblättern, also je 9—2 Samenanlagen in der Achsel eines Deckblattes (Abb. 307, Fig. 12 u. 13). Fruchtschuppen oft mit der Deckschuppe mehr oder minder weit verbunden. Keine Luftsäcke. Kotyledonen 3—9. (*Cunninghamieae.*)

Cunninghamia. Nur beblätterte Langtriebe. *C. sinensis*, China und Cochinchina (Abb. 307, Fig. 11—13). — *Sciadopitys.* Langtriebe mit Niederblättern, Kurztriebe mit je 2 miteinander verwachsenen Blättern („Doppelnadeln“). *S. verticillata* in Japan, „Schirmtanne“.

C. Pollensäcke der Staubblätter 2 (Abb. 308, Fig. 3). Weibliche Blüten mit 2 Fruchtblättern, also 2 Samenanlagen in der Achsel jedes Deckblattes. Fruchtschuppe meist die Deckschuppe bald bedeutend an Größe übertreffend, sie nicht emporhebend. Luftsäcke. Kotyledonen 3—15. (*Abieteae.*)

Vegetative Sprosse von einerlei Art, Langtriebe: *Abies*, Tanne; Fruchtzapfen aufrecht, bei der Reife zerfallend. Deckschuppe oft länger als die Fruchtschuppe (Abb. 304,

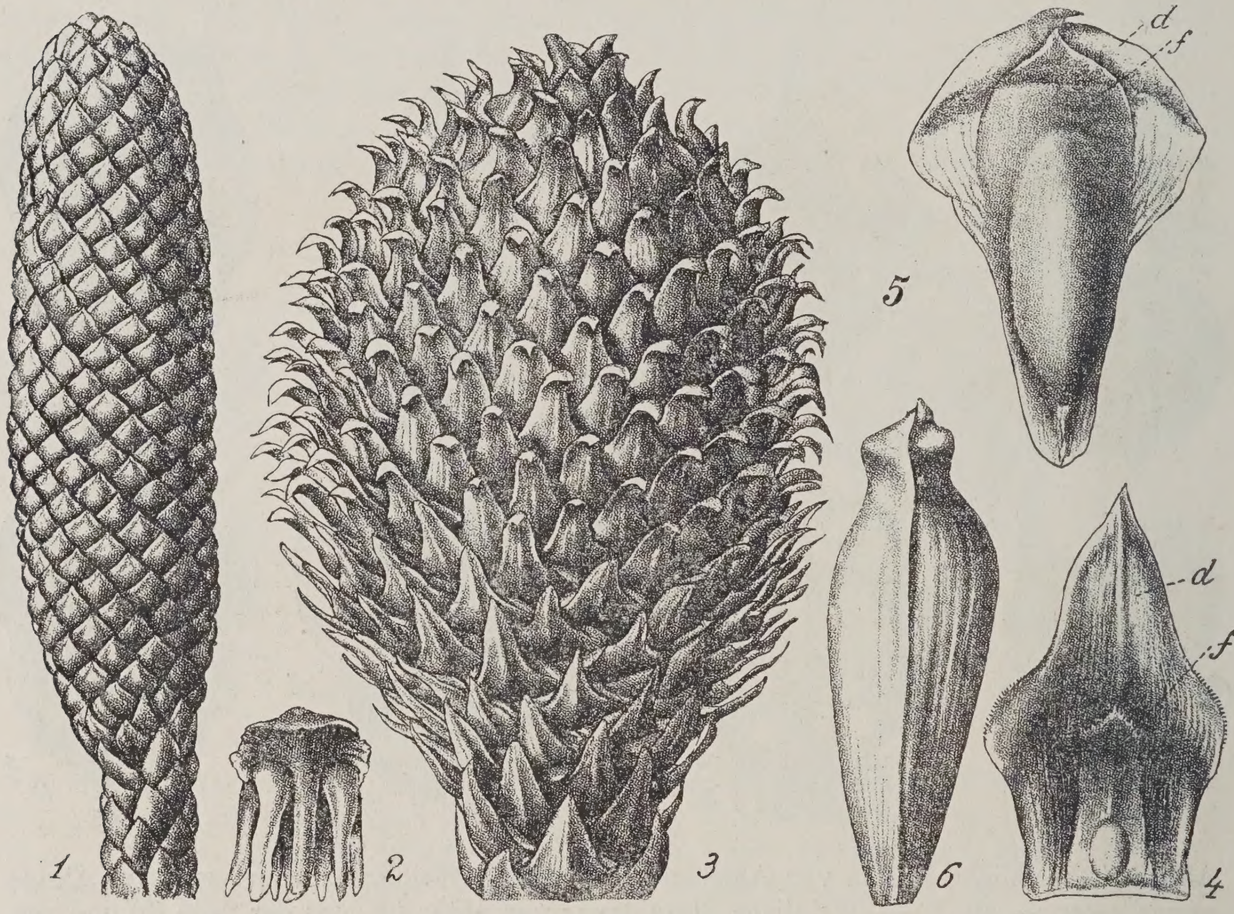


Abb. 305. *Abietaceae-Araucarieae.* — Fig. 1—5. *Araucaria excelsa*; Fig. 1 männliche Blüte, nat. Gr.; Fig. 2 Pollenblatt, vergr.; Fig. 3 weibliche Infloreszenz, nat. Gr.; Fig. 4 weibliche Blüte von oben, *d* Deckblatt, *f* Fruchtschuppe, vergr.; Fig. 5 reifer Samen mit Deck- (*d*) und Fruchtschuppe (*f*), etwas vergr. — Fig. 6. Mit der Fruchtschuppe ganz verbundener Samen von *A. brasiliana*, von der Seite gesehen; nat. Gr. — Original.

Fig. 5 u. 6; Abb. 307, Fig. 1—4; Abb. 308). Zirka 20 Arten in Europa, Asien und Nordamerika; *A. alba*, Weißtanne, Edeltanne, in Mittel- und Südeuropa, liefert „Straßburger Terpentin“, Holz etc.; *A. balsamea*, östl. Nordamerika, liefert „Kanadabalsam“; häufig in Gärten kultiviert: *A. Nordmanniana* (Kaukasus, Krim), *A. Pinsapo* (Südspanien und Nordafrika), *A. concolor* (New-Mexiko) u. a. — *Pseudotsuga.* Fruchtzapfen hängend, nicht zerfallend. Deckschuppe länger als die Fruchtschuppe. *P. taxifolia*, Douglastanne (westliches Nordamerika). — *Tsuga.* Fruchtzapfen hängend, nicht zerfallend. Deckschuppe kürzer als die Fruchtschuppe. Blätter stumpf, flach (Abb. 307, Fig. 7). *Ts. canadensis* (atlant. Nordamerika), die „Hemlockstanne“ oder „Schierlingstanne“. — *Picea*, Fichte. Fruchtzapfen hängend, nicht zerfallend. Deckschuppe kürzer als die Fruchtschuppe. Blätter meist spitz und 4kantig (Abb. 304, Fig. 7 u. 8; Abb. 307, Fig. 6; Abb. 309). *P. excelsa*, die

„europäische Fichte" oder „Rottanne", wichtiger Waldbaum im mittleren und nordöstlichen Europa, liefert „Terebinthina communis"; *P. obovata*, die „sibirische Fichte" vertritt die erstere im nordöstlichsten Europa und in Sibirien; *P. alba* und *P. nigra* in Nordamerika; *P. Smithiana* im Himalaya u. a. m. Eine Art, *P. Engleri*, gehörte zu den Stammpflanzen des baltischen Bernsteins. — *Keteleeria Fortunei*, China.

Vegetative Sprosse von zweierlei Art, Lang- und Kurztriebe: *Pseudolarix*. Lang- und Kurztriebe mit nadelförmigen, nur eine Vegetationszeit überdauernden Blättern. Blätter der Kurztriebe zahlreich. Zapfen zerfallend. *P. Kaempferi*, die „Goldlärche", China. — *Larix*, die „Lärche", Beblätterung wie bei voriger. Zapfen nicht zerfallend (Abb. 307, Fig. 10). *L. decidua*, die „europäische Lärche", Gebirge Mitteleuropas, gehört zu den wichtigeren europäischen Waldbäumen, liefert Holz und „venetianischen Terpentin";

Abb. 306. *Araucaria brasiliana* in Südbrasilien. — Original.

L. sibirica in Sibirien, *L. dahurica* vom Amurgebiet bis Japan, *L. pendula* in Nordamerika u. a. — *Cedrus*, die „Zeder". Beblätterung wie bei den beiden vorigen, aber Blätter mehrjährig. Zapfen zerfallend (Abb. 307, Fig. 5). *C. Libani*, in den Gebirgen von Kleinasien und Syrien; *C. Deodara* im Himalaya, *C. atlantica* im Atlas; alle Arten in milderen Gebieten häufig in Gärten. — *Pinus*, Föhre oder Kiefer. An den Langtrieben nur Niederblätter, an den Kurztrieben nadelförmige Blätter in geringer Zahl (2—7). Zapfen nicht zerfallend, Deckschuppen bald verkümmernd (Abb. 304, Fig. 1—4; Abb. 307, Fig. 8 u. 9). Artenreichste Gattung. *a*) Endteil der Fruchtschuppe (Apophyse) am Fruchtzapfen verbreitert, mehr minder pyramidenförmig, mit zentralem Gipfel; Nadeln an einem Kurztriebe 2—5 (selten 1): *P. silvestris*, die „gemeine Föhre", einer der verbreitetsten und wichtigsten Waldbäume Europas (auch in Nordasien), mit zweinadeligen Kurztrieben, liefert, wie fast alle *Pinus*-Arten, Holz und Harz („Terebinthina communis", durch deren Destillation Terpentinöl und Kolophonium gewonnen wird); *P. montana*, „Legföhre", „Krummholz"

oder „Latsche", in den Gebirgen Europas (Pyrenäen bis Kaukasus) eine charakteristische Formation an der oberen Waldgrenze, die „Krummholzzone" bildend (Abb. 310), mit mehreren Rassen; *P. nigra*, die „Schwarzföhre" in Südosteuropa, mit mehreren Repräsentativspezies

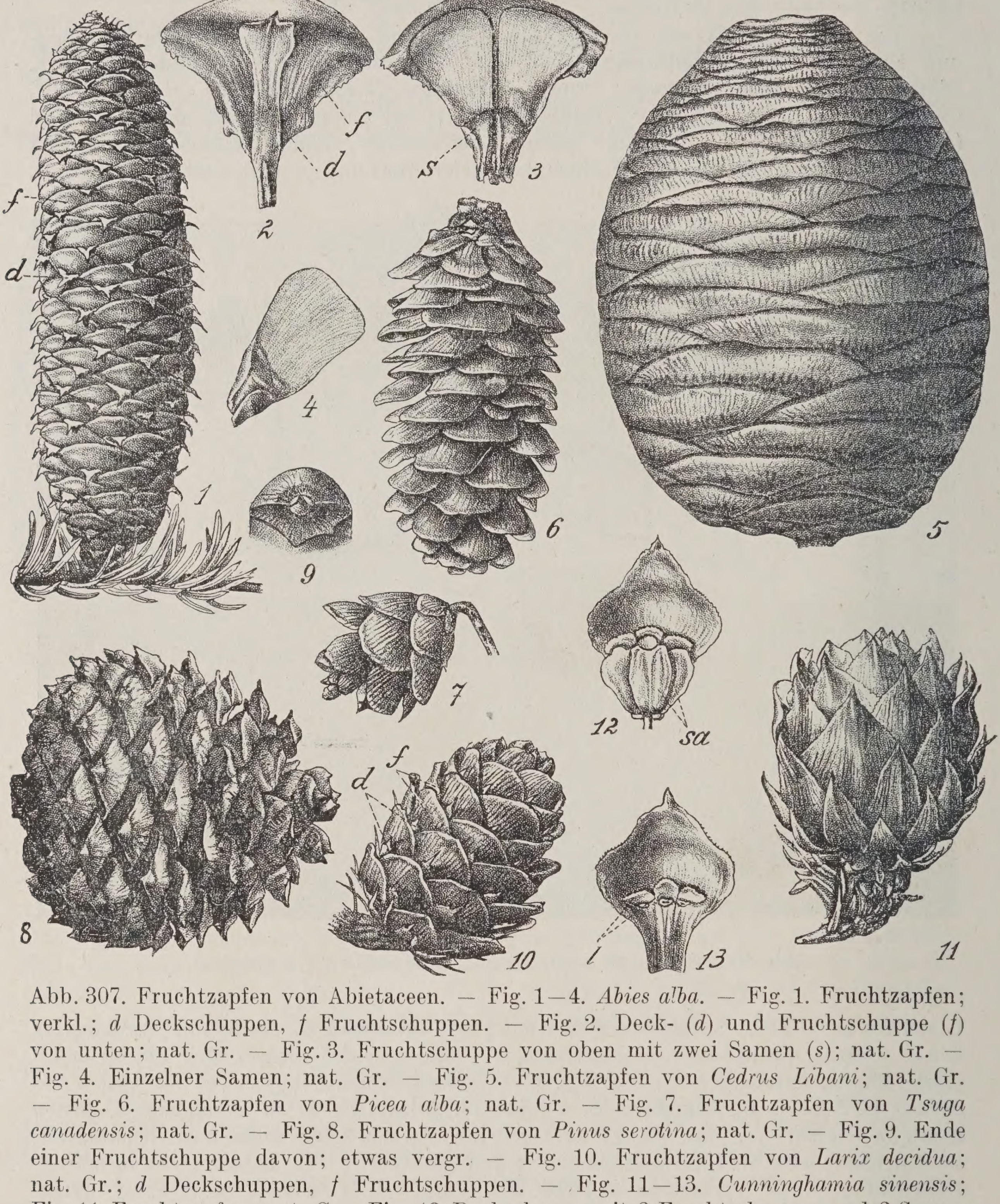


Abb. 307. Fruchtzapfen von Abietaceen. — Fig. 1—4. *Abies alba.* — Fig. 1. Fruchtzapfen; verkl.; *d* Deckschuppen, *f* Fruchtschuppen. — Fig. 2. Deck- (*d*) und Fruchtschuppe (*f*) von unten; nat. Gr. — Fig. 3. Fruchtschuppe von oben mit zwei Samen (*s*); nat. Gr. — Fig. 4. Einzelner Samen; nat. Gr. — Fig. 5. Fruchtzapfen von *Cedrus Libani*; nat. Gr. — Fig. 6. Fruchtzapfen von *Picea alba*; nat. Gr. — Fig. 7. Fruchtzapfen von *Tsuga canadensis*; nat. Gr. — Fig. 8. Fruchtzapfen von *Pinus serotina*; nat. Gr. — Fig. 9. Ende einer Fruchtschuppe davon; etwas vergr. — Fig. 10. Fruchtzapfen von *Larix decidua*; nat. Gr.; *d* Deckschuppen, *f* Fruchtschuppen. — Fig. 11—13. *Cunninghamia sinensis*; Fig. 11 Fruchtzapfen, nat. Gr.; Fig. 12 Deckschuppe mit 3 Fruchtschuppen und 3 Samen (*sa*) von innen, nat. Gr.; Fig. 13 dasselbe nach Ablösung der Samen. — Original.

in Südeuropa; *P. halepensis* die „Aleppoföhre" und *P. Pinaster*, die „Igelföhre", im Mittelmeergebiete in der Nähe der Meeresküste („Meerstrandsföhren"); *P. Pinea*, die „Pinie", besitzt geradeso wie die 4 letzterwähnten Arten zweinadelige Kurztriebe, ist ein

Charakterbaum des Mediterrangebietes mit oft schirmförmiger Krone und genießbarem Sameninnern („Pignoli“); nordamerikanische Arten: *P. echinata* und *P. resinosa* mit 2, *P. Taeda*, die „Weihrauchkiefer“, *P. ponderosa*, die „Pechkiefer“ und *P. palustris*,

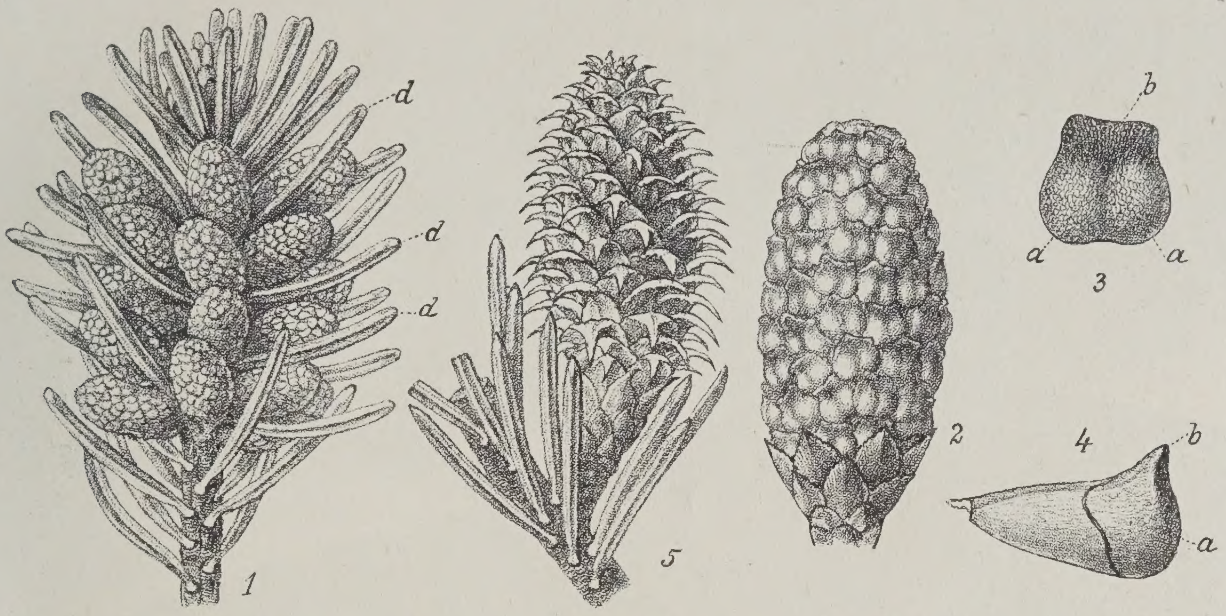


Abb. 308. *Abies alba.* — Fig. 1. Männliche Infloreszenz, *d* Deckblätter; nat. Gr. — Fig. 2. Männliche Einzelblüte; vergr. — Fig. 3 u. 4. Pollenblatt von vorne (3) und von der Seite (4); *a* Pollensäcke, *b* Konnectiv; vergr. — Fig. 5. Weibliche Infloreszenz; nat. Gr. — Original.

die Stammpflanze des Pitch-Pine-Holzes des Handels mit 3, *P. Montezumae* u. a. mit 5 Nadeln an einem Kurztriebe; *P. densiflora* mit 2 Nadeln in Japan. — *b*) Endteil der

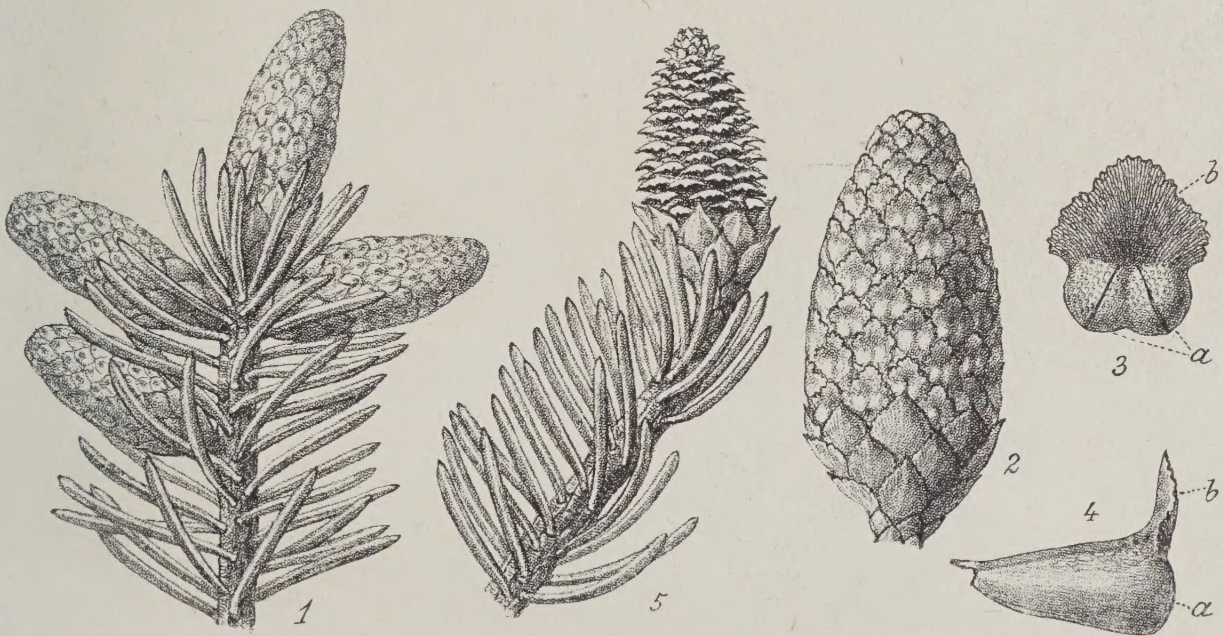


Abb. 309. *Picea excelsa.* — Fig. 1. Zweig mit männlichen Blüten; nat. Gr. — Fig. 2. Pollenblüte; vergr. — Fig. 3 u. 4. Pollenblätter von vorne (3) und von der Seite (4); *a* Pollensäcke, *b* Konnektiv; vergr. — Fig. 5. Zweig mit weiblicher Infloreszenz; nat. Gr. — Original.

Fruchtschuppe am Fruchtzapfen flach oder nicht kegelförmig verbreitert. Nadeln 5: *P. Cembra*, die „Zirbelkiefer“ oder „Arve“ in den Alpen, Karpathen, im Ural und in Sibirien, meist erst über der oberen Waldgrenze. Wegen des sehr geschätzten Holzes

Abb. 310. *Pinus montana* auf der Schneekoppe im Riesengebirge. — Nach Photographie von Nenke und Ostermaier in Hayek.

viel verwendet und daher vielfach im Aussterben (Abb. 311); Samen („Zirbelnüsse") genießbar. Verbreitung wie die der anderen *Pinus*-Arten mit großen, kaum geflügelten Samen durch Tiere, nicht wie bei anderen Abietaceen durch den Wind. *P. Strobus*, die

Abb. 311. *Pinus Cembra* im Ortlergebiete. — Original.

„Weymouthskiefer" (Nordamerika), in Europa häufig kultiviert; *P. Lambertiana*, die „Zuckerkiefer", im westlichen Nordamerika, mit genießbarem Samen und süßlichem Harze; *P. excelsa* in Ostindien; *P. Peuce* in Südosteuropa; *P. parviflora* in Japan u. a. m. Mehrere nur fossil bekannte *Pinus*-Arten, so *P. silvatica*, *P. baltica* u. a. lieferten baltischen Bernstein.

6. Klasse. Gnetinae[138]).

Stamm unverzweigt oder verzweigt, mit Holzgefäßen im sekundären Holze. Laubblätter von verschiedener Größe, gegen-

138) Blume K. L. in Rumphia, Bd. IV, 1848. — Hooker J. D., On *Welwitschia*, a new genus of *Gnetaceae*. Transact. Linn. Soc. London, XXIV., 1863. — Eichler A. W., Über *Welwitschia mirabilis*. Flora, 47. Bd., 1863. — Mac Nab W., On the developm. of the flow. of *Welwitschia mirab*. Transact. Linn. Soc., XXVIII., 1875. — Beccari O., Della organo-

ständig. Fruchtblätter einzelne Samenanlagen entwickelnd. Staubblätter nur aus dem Filamente und den Pollensäcken bestehend. Keine Spermatozoiden.

Stamm bei *Welwitschia* knollen- oder rübenförmig, unverzweigt, bei *Ephedra* reich verzweigt und mit kräftigem Assimilationsgewebe, bei *Gnetum* oft windend; mit sekundärem Dickenwachstum und typischen Holzgefäßen im sekundären Holze. Harzgänge fehlen. Im Stamm von *Gnetum* treten oft sekundäre Leitbündelzylinder auf. Blätter stets gegenständig, ungeteilt. Blüten eingeschlechtig, bei *Welwitschia* mit Andeutung der Zwittrigkeit. Blüten stets in der Achsel von Deckblättern, in Infloreszenzen, die männlichen Blüten mit niederblattartigem Perianthium. Andeutung zwittriger Infloreszenzen bei einigen *Gnetum*- und *Ephedra*-Arten. Männliche Blüten mit 8 bis 1 Pollenblättern; weibliche Blüten mit 1 Fruchtblatt, das eine aufrechte Samenanlage entwickelt. Samenanlage mit 1 in allen Fällen röhrenförmig verlängertem Integument, ohne oder mit Pollenkammer im Nucellus. Archegonien-

genia dei fiori fem. d. *Gnetum Gnemon*. Nuov. Giorn. Bot. Ital., VII., 1877. — Bower F. O. in Journ. of micr. sci., XXI., 1881, XXII., 1882. (Über *Welwitschia* und *Gnetum*.) — Stapf O., Die Arten der Gattung *Ephedra*. Denkschr. d. Wiener Akad., LVI., Abt. II. 1, 1889. — Karsten H., Beitr. zur Entwicklungsgesch. d. Gattung *Gnetum*, Bot. Ztg., L., 1892; Unters. über die Gattung *Gnetum*, Ann. jard. bot. Buitenzorg., XI., 1893; Zur Entwicklungsgesch. d. Gattung *Gnetum*, Cohns Beitr. zur Biolog., VI., 1893. — Jaccard P., Le developm. du pollen de l'*Ephedra Helvetica*, Arch. d. sc. phys. et nat., ser. III., 30., 1893; Rech. embryolog. sur l'*Ephedra Helvetica*, l. c. — Lotsy J. P., Contrib. to the life-hist. of the genus *Gnetum*. Ann. jard. bot. Buitenzorg., ser. II., I., 1899; Vortr. üb. bot. Stammesgesch., III., 1911. — Cavara F. e Rogasi G., Ricerche sulla fecond. ed embryog. dell'*Ephedra campyl*. Rendic. d. Congr. bot. Palermo, 1902. — Land W. J. G., Spermatogen. and org. in *Ephedra trif*. Bot. Gaz., XXXVIII., 1904. — Cavara F., Sulla germ. d. polline nelle *Ephedra*. Bull. Accad. Gioenia di sc. art. Catania, 1904. — Berridge E. M. and Sanday E., Oog. and embryog. of *Ephedra distachya*. New Phytolog., VI., 1907. — Porsch O., Vers. ein. phylog. Erkl. d. Embryosackes etc., Jena 1907; Üb. einig. neuere phylog. bem. Ergebn. d. Gametophytenerf. Festschr. naturw. Ver. Univ. Wien, 1907; Nektartropf. v. *Ephedra camp*. Ber. d. deutsch. bot. Ges., XXXIV., 1916. — Wettstein R. v., Üb. d. Vork. zweigeschl. Inflor. b. *Ephedra*. Festschr. nat. Ver. Wien, 1907. — Land W. J. G., Fertiliz. and embryog. in *Ephedra trif*., Bot. Gaz., XLIV., 1907. — Pearson H. H. W., Some observ. on *Welw. mirab*. Philos. Transact. Roy. Soc., vol. 198, 1906; Further observ. on *Welw.*, l. c., vol. 200, 1909; On the microsporang. and microsp. of *Gnetum*. Am. of Bot., XXVII., 1912; Notes on the morph. of cert. struct. in the gen. *Gn*. Journ. Linn. Soc., XLIII., 1915. — Coulter J. M., The embryosac and embr. of *Gnetum Gnemon*. Bot. Gaz., XLVI., 1908. — Thoday M. (Sykes), The fem. inflor. and ovul. of *Gnetum* etc., Am. of Bot., XXV., 1911; and Berridge E. M., The anat. and morph. of infl. and flow. of *Ephedra*, l. c., XXVI., 1912. — Lignier O. et Tison A., Les Gnet., l. fleurs et leur pos. syst. Am. sc. nat., 9. ser., Bot., XVI., 1912; L'ovule tritégum. d. Gnet. Bull. Soc. bot. Fr., LX., 1913. — Duthie A., Anatomy of *Gnet. afric*. Ann. of Bot., XXVI., 1912. — Berridge E. M., The struct. of fem. strob. in *Gnet. Gnem*. Ann. of Bot., XXVI., 1912. — Thompson W. P., The anat. and relat. of the Gnet. Ann. of Bot., XXVI., 1912; Prel. note on the morph. of *Gn*. Ann. Journ. Bot., II., 1915; The morph. and aff. of *Gn*., l. c., III., 1916. — Takeda H., Some points in the anat. of leaf of *Welw*. Ann. of Bot., XXVII., 1913. — Church A. H., On the flor. mechan. of *Welw*. Phil. Transact. R. Soc. Lond., CCV., 1914. — Meulen R. G., *Welw. mir*. Morphol. etc. Dissert. Groningen, 1917. — Herzfeld St., *Ephedra camp*. Morph. d. weibl. Bl. u. Befr.-Vorg. Denkschrift Akad. Wien., 98., 1922.

bildung mit Ausnahme von *Ephedra* reduziert. Außerhalb des Integumentes findet sich noch eine zweite (*Ephedra* und *Welwitschia*), manchmal (*Gnetum*) noch eine dritte Hülle, die sehr verschieden gedeutet werden (als zweites, resp. drittes Integument, als Perianth, als Fruchtblatt etc.). Bei der Befruchtung wächst der Pollenschlauch zur Eizelle; im Pollenkorne erfolgt die

Abb. 312. *Ephedraceae.* — Fig. 1. Zweig von *Ephedra distachya* mit ♀ Infloreszenzen; nat. Gr. — Fig. 2—6 u. 8. *Ephedra altissima.* Fig. 2 ♂ Infloreszenz, 2fach vergr.; Fig. 3 Ästchen dieser Infloreszenz, 15fach vergr., *p* Perianth, *d* Deckblatt; Fig. 4 einzelne Pollenblüte, *p* Perianth, 15fach vergr.; Fig. 5 ♀ einblütige Infloreszenz, *b* Hochblätter, *J* Fruchtwulst, *i* Integument, 4fach vergr.; Fig. 6 Längsschnitt durch den obersten Teil von Fig. 5, *b* Hochblätter, *n* Nucellus, *pc* Pollenkammer, *i* Integument, *J* Fruchtwulst, 7fach vergr.; Fig. 8 Fruchtstände, 2fach vergr. — Fig. 7. Fruchtstände von *E. campylopoda*; 2fach vergr. — Fig. 9. Fruchtstand von *E. alata*; vergr. — Fig. 10. Pollenblüte von *E. fragilis*; vergr. Fig. 1, 5, 6, 7 u. 8 Original, Fig. 2—4, 9 u. 10 nach Stapf.

Bildung einer Prothalliumzelle, die sehr bald degeneriert, einer antheridialen Zelle, welche zwei Spermakerne liefert und eines Pollenschlauchkernes; die Wandzelle wird nur bei *Ephedra* noch gebildet (Abb. 182). Embryobildung mit Embryoträger. Kotyledonen 2.

Unter den verschiedenen Deutungen, welche für die Hülle außerhalb des Integumentes bei *Ephedra* und *Welwitschia* gegeben wurden, scheint mir die am meisten berechtigt, welche

in ihr eine mit dem aktinomorphen Fruchtwulst, wie er sich bei *Taxaceen* findet, homologe Bildung sieht. Die Deutung der dritten (äußersten) Hülle bei *Gnetum* als Perianth wäre verständlich, wenn die Ansicht von Berridge berechtigt ist, daß die weibliche Blüte von *Gnetum* auf eine zweigeschlechtige zurückzuführen ist. Perianthien finden sich nämlich bei den Gymnospermen nur bei männlichen Blüten; bei den weiblichen haben sich als Hüllen die Fruchtwülste, respektive Fruchtschuppen herangebildet.

Fossile *Gnetinae* sind mit Sicherheit noch nicht aufgefunden worden. Was die systematische Stellung der *Gnetinae* anbelangt, so ist vor allem zu betonen, daß sie diejenigen

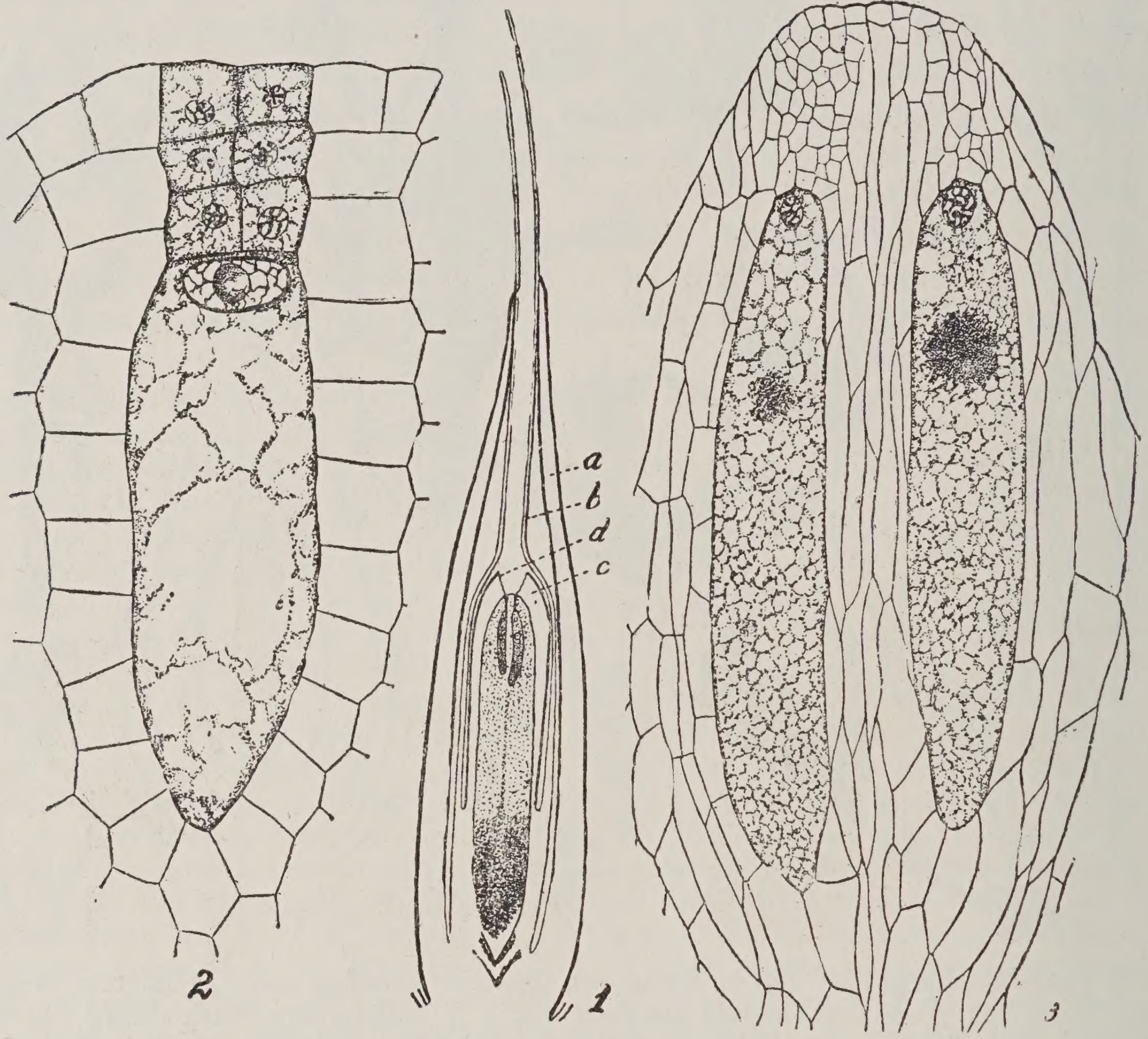


Abb. 313. *Ephedraceae.* — *Ephedra trifurca.* — Fig. 1. Längsschnitt durch eine ganze Samenanlage; *a* Fruchtwulst, *b* Integument, *c* u. *d* Nucellus. — Fig. 2. Reifes Archegonium; der Eikern ist nicht eingezeichnet. — Fig. 3. Längsschnitt durch den Nucellus mit 2 angeschnittenen Archegonien; in jedem Archegonium oben der Bauchkanalkern, in der Mitte der dichtere Plasmateil, in dem der Eikern liegt. — Stark vergr. — Nach Land.

Gymnospermen sind, welche zweifellos die größten Ähnlichkeiten mit den Angiospermen besitzen. Diese Ähnlichkeiten bestehen in dem Auftreten echter Holzgefäße im sekundären Holze, in der weitgehenden Rückbildung des Prothalliums im Pollenkorn, in der Reduktion des primären Endosperms und der Archegonienbildung. In allen diesen Eigentümlichkeiten stehen die *Ephedraceae* wieder den übrigen Gymnospermen noch näher als die beiden anderen Familien. Die hervorgehobene Ähnlichkeit der *Gnetinae* mit den Angiospermen braucht nicht so aufgefaßt werden, daß sie etwa direkte Vorläufer der letzteren sind; es ist in phylogenetischer Hinsicht von Bedeutung, daß es unter den heute lebenden Gymnospermen überhaupt solche gibt, die sich in ihrer Organisation dem Typus der Angiospermen nähern;

auf keinen Fall erscheint es als gerechtfertigt, die *Gnetinae* den Angiospermen einzureihen. Was die eventuelle Ableitung der *Gnetinae* anbelangt, so ist zu bemerken, daß sie unter den übrigen Gymnospermen den *Taxaceae* und *Cupressaceae* zweifellos am nächsten kommen.

Die 3 Familien der *Gnetinae* sind untereinander wesentlich verschieden; sie machen den Eindruck von Endgliedern verwandter Entwicklungsreihen.

1. Familie: **Ephedraceae.** (Abb. 312—315.) Stamm stark verzweigt, in den jüngeren Verästelungen geradezu *Equisetum*-ähnlich, knotig gegliedert,

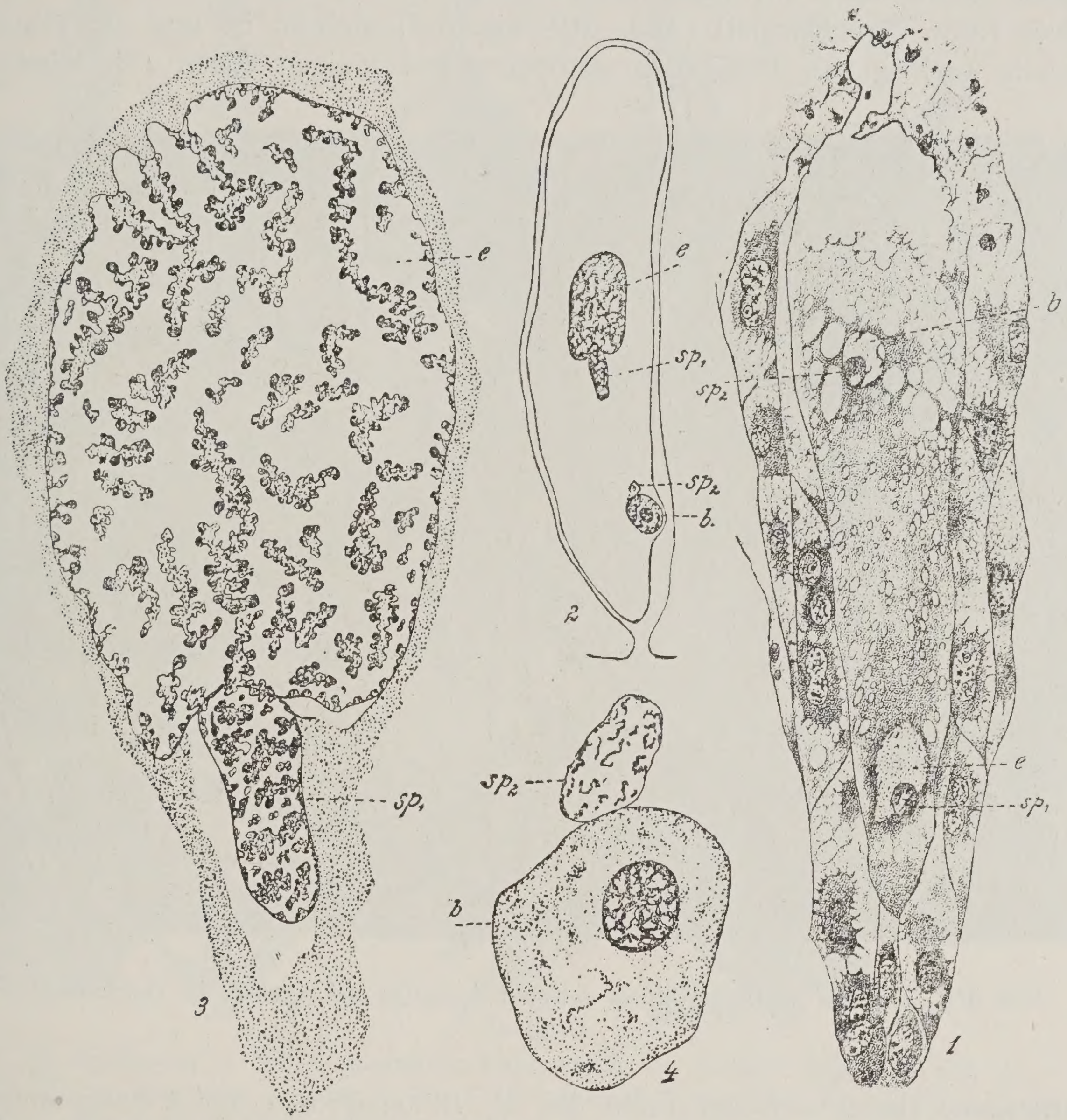


Abb. 314. Befruchtungsvorgang bei *Ephedra campylopoda* (Fig. 1) und *Abies balsamae* (Fig. 2—4). — In allen Figuren: *e* Eikern, *b* Bauchkanalkern, sp_1 und sp_2 Spermakerne — In Fig. 1 ist der obere Teil, in Fig. 2 der untere Teil der Figur dem Halskanale zugewendet; Fig. 3 u. 4 stellen die Kerne von Fig. 2 bei stärkerer Vergrößerung dar. — Fig. 1. Original nach St. Herzfeld, Fig. 2—4 nach Hutchinson.

mit reduzierten, oft zu zweizähnigen Scheiden verbundenen Blättern, Assimilationsgewebe enthaltend. Blüten eingeschlechtig, 1- oder 2häusig; zweigeschlechtige Infloreszenzen bei *E. campylopoda.* Männliche Blüten in Infloreszenzen, jede Blüte in der Achsel eines schuppenförmigen Deckblattes, mit einem zweiblättrigen, niederblattartigen Perianthium und 2—8 Pollen-

blättern (Abb. 312, Fig. 2—4 u. 10), welche zu einem Synandrium verbunden sind. Im einfachsten Falle (z. B. *E. altissima*) entsteht dadurch ein den Staubgefäßen der Angiospermen sehr ähnliches Gebilde mit Filament und 2 Antherenhälften mit je 2 Pollensäcken. Weibliche Blüten (Abb. 312, Fig. 5 u. 6) einzeln oder zu 2—3 am Ende kurzer Sprosse, welche mit mehreren Paaren schuppenförmiger Hochblätter besetzt sind; jede Blüte in der Achsel eines Deckblattes, mit einer Samenanlage, welche im unteren Teile von einer Hülle (Fruchtwulst) (Abb. 312, Fig. 6 *J*) umhüllt ist und ein röhrenförmig verlängertes Integument aufweist. Bei einigen Arten (*E. trifurca,*

Abb. 315. *Ephedra major* an einem felsigen Abhange bei Spalato in Dalmatien. — Original.

altissima) findet sich am Ende der ♀ Blütensprosse nur 1 Samenanlage, aus der Verwachsung von zweien hervorgegangen, und von 2 Deckblättern umhüllt. Die Deckblätter der auf gleicher Höhe stehenden ♀ Blüten sind meistens ± miteinander verwachsen. Endosperm mit 3—5 Archegonien (Abb. 313), jedes mit einer Anzahl von Halswandzellen und 1 Bauchkanalkerne. Frucht und Fruchtstände oft dadurch beerenartig, daß die der Frucht benachbarten Hochblätter fleischig werden (Abb. 312, Fig. 7 u. 8); bei anderen Arten werden diese Hochblätter verbreitert und trockenhäutig (Flugorgan) (Abb. 312, Fig. 9).

Die dem Gametophyten entsprechenden Teile der Samenanlage zeigen einige bemerkenswerte Eigentümlichkeiten. So sind die Archegonien von einer „Deckschicht“ umgeben,

deren Zellen in der Entwicklung zurückgebliebene Archegonanlagen darstellen, welche in den Dienst der Ernährung der fertilen Schwesterarchegonien treten. Bei der Befruchtung spielen sich im Bauchteile des Archegoniums Vorgänge ab, welche an die Verschmelzung des zweiten Spermakernes mit dem Polkerne und die darauf folgende Endospermbildung bei den Angiospermen („doppelte Befruchtung") erinnern (vgl. Abb. 314). Hier verbindet sich der zweite Spermakern mit dem Bauchkanalkern.

Abb. 316. *Gnetaceae*. — Fig. 1. Männliche Infloreszenz von *Gnetum latifolium*; nat. Gr. — Fig. 2. Ein Stück von Fig. 1; vergr. — Fig. 3. Männliche Blüte derselben Art mit Perianth (*p*); vergr. — Fig. 4. Stück einer weiblichen Infloreszenz von *G. latifolium*; nat. Gr. — Fig. 5. Ein Teil von Fig. 4 im Längsschnitte; vergr. — Fig. 6. Weibliche Blüte von *G. Gnemon*; vergr., *p* „Perianth", *i* Integument. — Fig. 7. Längsschnitt durch Fig. 6; stärker vergr., *i* Integument, *J* „Fruchtwulst", *p* „Perianth", *n* Nucellus. — Fig. 8. Fruchtzweig von *G. neglectum*. — Nach Blume.

Ephedra mit zirka 30 Arten in den wärmeren Teilen der gemäßigten Zonen, insbesondere in Steppengebieten; strauchförmige Pflanzen mit rutenartig emporwachsenden oder mit klimmenden oder herabhängenden Zweigen. In Europa: *E. fragilis* (östl. Mediterrangebiet), *E. campylopoda* (Mediterrangebiet), *E. distachya* (Südeuropa von Westfrankreich bis Südrußland, Sibirien), *E. major* (Mediterrangebiet, Vorderasien, Himalaya). — Bei *E. campylopoda* findet sicher Pollenübertragung durch Insekten statt, welche einerseits die Polli-

Abb. 317. *Welwitschia Bainesii.* — Fig. 1. Eine ganze nicht blühende Pflanze; stark verkl. — Fig. 2. Eine jüngere Pflanze mit Infloreszenzen; stark verkl. — Fig. 3. Eine ganz junge Pflanze; verkl. — Fig. 4—7. Keimungsstadien. Fig. 4. Embryo mit dem Saugfortsatz (*f*), den Kotyledonen (*c*), der Radicula (*w*) und dem Reste des Embryoträgers (*s*); Fig. 5 Ver-

bindungsstelle des Embryo mit dem Samen nach Heraustreten der Kotyledonen; Bezeichnungen wie in Fig. 4; Fig. 6 ganzer Keimling; Fig. 7 oberster Teil des Keimlings mit den Kotyledonen (*c*) und der Anlage der beiden Laubblätter (*b*). — Fig. 1 Original, Fig. 2 u. 3 nach Hooker, Fig. 4 bis 7 nach Bower.

nationstropfen an den ♀ Blüten, anderseits die an den Mikropylen der verkümmerten ♀ Blüten in den ♂ Infloreszenzen ausgeschiedenen Nektartropfen aufsuchen.

2. Familie: **Gnetaceae.** (Abb. 316.) Bäume oder Sträucher, häufiger Lianen, mit flächig verbreiterten, fiedernervigen Blättern. Blüten oft in rispigen, dekussiert verzweigten Infloreszenzen in den Achseln von Blättern.

Abb. 318. *Welwitschia Bainesii.* Altes männliches Exemplar. Wüste Namib bei Swakopmund, Südwestafrika. — Nach Original von R. Pöch.

Die einzelnen Infloreszenzabschnitte sind ährenähnlich (Abb. 316, Fig. 1 u. 4) und bestehen aus Brakteenwirteln, die aus je 2 miteinander verwachsenen Brakteen entstanden sind und über denen die Wirtel der Blüten stehen; die der ♂ sind reichblütiger (Fig. 2) als die der ♀, welch letztere meist nur in einem Kreise stehen (Fig. 4 u. 5). Blüten eingeschlechtig und meist 2häusig; bei einzelnen Arten finden sich in den männlichen Infloreszenzen rückgebildete weibliche Blüten, die vielleicht als Nektarien fungieren und mit einer Übertragung des Pollens durch Insekten zusammenhängen. Alle Blüten sind am Grunde mit gegliederten Haaren umgeben (Fig. 3 u. 5). Männliche Blüten (Abb. 316, Fig. 3) mit einem zweiblättrigen verwachsenblättrigen Perianth (*p*) und mit 2 miteinander verwachsenen oder einem Staubblatte. Die weiblichen Blüten (Abb. 316, Fig. 6 u. 7) bestehen aus je

einer Samenanlage mit einem röhrenförmig verlängerten Integumente (Abb. 316, Fig. 6 u. 7 *i*), mit einer zweiten Hülle um dieses („Fruchtwulst“) (Abb. 316, Fig. 7 *J*) und außerdem noch mit einer dritten Hülle (Perianth?) (Abb. 316, Fig. 6 u. 7 *p*). Archegoniumbildung unterbleibt ganz; die zahlreichen Zellen des primären Endosperms bilden entweder nur im unteren Teile ein zusammenhängendes Gewebe oder die Bildung eines solchen unterbleibt ganz.

Abb. 319. *Welwitschia Bainesii.* — Fig. 1. Junge, noch nicht aufgeblühte, männliche Infloreszenz; nat. Gr. — Fig. 2. Männliche Blüte in der Achsel des Deckblattes; vergr. — Fig. 3. Dieselbe ohne Deckblatt; vergr. — Fig. 4. Dieselbe mit geöffnetem Perianth; vergr. — Fig. 5. Dieselbe nach dem Entfernen des Perianths und Aufschlitzen der Staubblattröhre; vergr. — Fig. 6. Weibliche Infloreszenz; nat. Gr. — Fig. 7. Weibliche Blüte; vergr. — Fig. 8. Dieselbe quer durchschnitten; vergr. — Fig. 9. Embryo im Endosperm, am Embryoträger hängend. — Nach Hooker.

Eine größere Zahl freier Kerne im oberen Teile des Endosperms fungiert als Eikerne. Die befruchteten Eikerne, respektive Eizellen wachsen zu langen Schläuchen aus, an deren unterem Ende je ein Embryo angelegt wird. Von diesen Embryonen entwickelt sich normalerweise nur einer weiter. Frucht beerenartig; die fleischige Hülle geht aus der äußersten Hülle hervor. Bei der Keimung bildet sich am Hypokotyl ein Saugfortsatz aus, der in das Endosperm hineinragt und dieses aussaugt.

Gnetum mit zirka 15 Arten in den Tropen der Alten und Neuen Welt. Die Früchte mehrerer Arten sind genießbar; mehrere liefern ein Gummi. — *G. Gnemon* als Fruchtbaum in den Tropen hie und da in Kultur.

3. Familie: ***Tumboaceae.*** (Abb. 317—321.) Stamm nur aus dem Hypokotyl hervorgehend, einen zum großen Teil im Boden steckenden, rübenartigen Strunk darstellend, der allerdings beträchtliche Dimensionen annehmen kann (bis 4 *m* im Umkreise), im oberen Teil mehr minder zweilappig ist und an den Rändern die zwei sehr großen, bis 3 *m* langen,

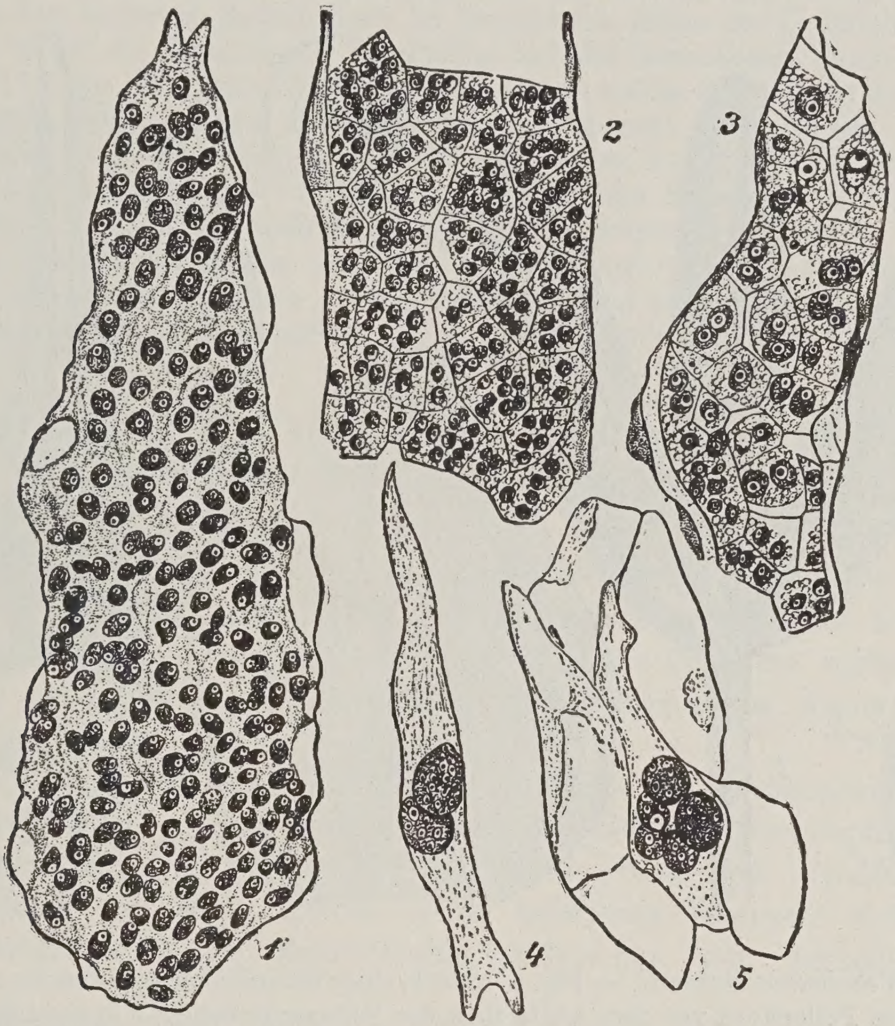


Abb. 320. *Welwitschia Bainesii.* — Fig. 1. Junges Prothallium vor der Membranbildung. — Fig. 2. Sterile Region des Prothalliums zur Zeit der Membranbildung. — Fig. 3. Fertile Region des Prothalliums zur Zeit der Membranbildung. — Fig. 4 u. 5. Schlauchförmig auswachsende fertile Zellen (Archegonanlagen). — Stark vergr. — Nach Pearson.

lederigen, dem Boden aufliegenden, am Grunde unbegrenztes Wachstum aufweisenden, am Ende allmählich absterbenden und zerreißenden Blätter trägt (vgl. Abb. 317, Fig. 1 u. 2).

In den Stämmen und Blättern finden sich zahlreiche „Spikularzellen", das sind spindelförmige, oft verzweigte Zellen mit zahlreichen Kristallen von oxalsaurem Kalke in der Wand. Blätter mit zahlreichen, parallel verlaufenden, nur hie und da durch feine Äste verbundenen Leitbündeln.

In den Achseln der beiden Blätter entstehen in großer Zahl die Blütenrispen (Abb. 317, Fig. 2), und zwar ♀ und ♂ auf verschiedenen Individuen.

Diese Rispen gehen in ähren- und zapfenförmige Teilinfloreszenzen (Abb. 319, Fig. 1 u. 6; Abb. 321, Fig. 1) aus, die aus zahlreichen dekussierten Deckblattpaaren bestehen und in der Achsel jedes Deckblattes eine Blüte tragen. Männliche Blüten mit 2 Paaren dekussierter Perianthblätter (eventuell 2 Vor- und 2 Perianthblätter) und 6 am Grunde miteinander verbundenen Staubblättern mit je einer dreifächerigen Anthere (Abb. 319, Fig. 2—5). In der Mitte jeder männlichen Blüte befindet sich eine rudimentäre Samenanlage

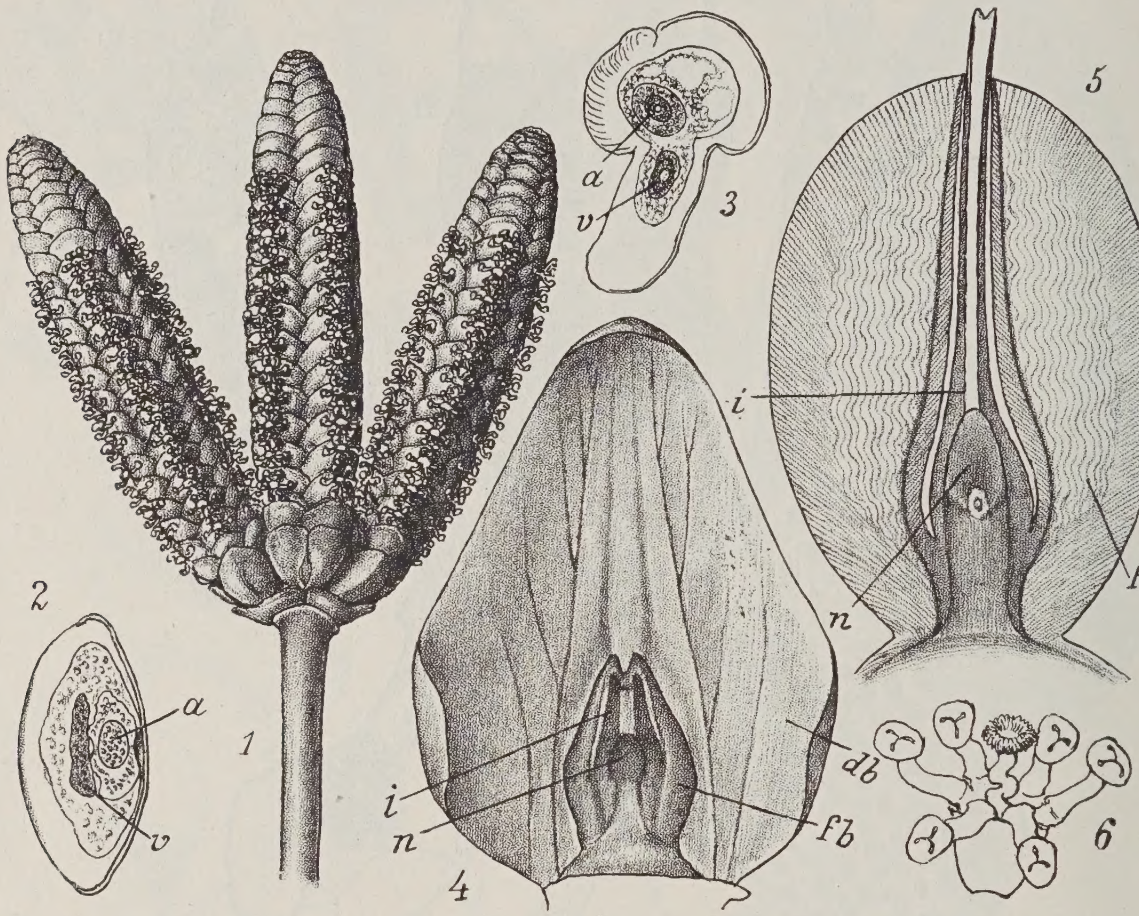


Abb. 321. *Welwitschia Bainesii.* — Fig. 1. Stück einer männlichen Infloreszenz; nat. Gr. — Fig. 2. Reifes Pollenkorn vor dem Austreiben des Pollenschlauches; *a* antheridialer, *v* vegetativer Kern; 540fach vergr. — Fig. 3. Pollenkorn mit Pollenschlauch; Bezeichnung wie in Fig. 2; 540fach vergr. — Fig. 4. Junge weibliche Blüte in der Achsel des Deckblattes *db*, *fb* Fruchtwulst, *i* Integument, *n* Nucellus; 13fach vergr. — Fig. 5. Vollkommen entwickelte weibliche Blüte im Längsschnitte; Bezeichnungen wie in Fig. 4; 10fach vergr. — Fig. 6. Männliche Blüte; 10fach vergr. — Fig. 1 u. 6 Original, Fig. 2—5 nach Strasburger.

mit stark verlängerter, am Ende narbenförmig verdickter Hülle (vgl. Fig. 5). Weibliche Blüte (Abb. 319, Fig. 7; Abb. 321, Fig. 4 u. 5) mit einer die eine Samenanlage fast ganz einhüllenden Hülle („Fruchtwulst"), die entsprechend dem Raume zwischen zwei übereinander stehenden Deckblättern flügelig verbreitert ist. Ein Integument. Im Endosperm werden keine typischen Archegonien gebildet; im unteren Teil bildet sich ein aus vielkernigen Zellen bestehendes steriles Gewebe aus (Abb. 320, Fig. 2), während im oberen Teil die Zellen 2—5kernig sind (Abb. 320, Fig. 3) und schlauchförmige

Fortsätze treiben, die dem Pollenschlauch entgegenwachsen (Abb. 320, Fig. 4 u. 5). Diese 2—5kernigen Zellen dürften Homologa der Archegonien sein. Bei der Fruchtreife vergrößern sich die ganzen ♀ Infloreszenzen und sehen dann den Koniferenzapfen einigermaßen ähnlich. Frucht nicht fleischig, sondern trocken, scheibenförmig, breit geflügelt. Am Keimling ein Saugfortsatz wie bei *Gnetum*.

Eine sehr bemerkenswerte Eigentümlichkeit ist das von Pearson festgestellte Vorkommen von isolierten Endospermen im Gewebe der Achse der ♀ Infloreszenz. Bei *Welwitschia* findet die Übertragung des Pollens auf die Samenanlage durch ein Insekt statt. Dieses ist eine Hemiptere, *Odontopus sexpunctatus*, welche durch die an der Mikropyle ausgeschiedenen, zuckerhältigen Pollinationstropfen angelockt wird. Ob die Vereinigung der Staubblätter mit einem reduzierten Gynöceum in den Staubblüten als eine zwittrige Blüte aufgefaßt werden muß, ist strittig; die Auffassung der Bildung als eine Infloreszenz mit einer zentralen ♀ und peripheren ♂ Blüten ist wenigstens möglich.

Hierher gehört eine einzige Art, *Welwitschia Bainesii* (= *W. mirabilis* = *Tumboa Bainesii*). In den Wüstengebieten von Südwestafrika, und zwar in dem nördlichen Teile des ehemaligen Deutsch-Südwestafrika und in dem benachbarten Teile von Angola.

---

2. Unterabteilung. Angiospermae[1]), Bedecktsamige.

Charakteristik vgl. S. 401.

Der entwicklungsgeschichtlichen Stellung entsprechend ist die morphologische Differenzierung und die Mannigfaltigkeit der Organe bei den Angiospermen am größten. Nur in dem Maße, als die folgende systematische Behandlung es erfordert, soll hier eine kurze Darstellung dieser Mannigfaltigkeit Platz finden[2]).

In bezug auf den vegetativen Bau gehen die Angiospermen nicht wesentlich über jene Höhe hinaus, die schon bei den Pteridophyten und Gymnospermen erreicht wurde. Die Ausbildung der drei „Grundorgane“, Wurzel, Stamm und Blatt, welche schon bei jenen Gruppen sich findet, gab die Möglichkeit der Entwicklung zahlreicher, den verschiedensten

[1]) = *Metaspermae* Strasb. 1878.

[2]) In bezug auf die allgemeine Morphologie der Angiospermen vgl. die Zitate auf S. 21 u. 393, ferner: Gray A., Structural Botany. New York 1879. — Luerssen Ch., Handbuch der system. Botanik, II. Bd., S. 127ff. Leipzig 1882. — Van Tieghem Ph., Traité de Botan. Paris 1884. — Čelakovský L., Das Reduktionsges. d. Blüte usw. Sitzb. d. böhm. Ges. d. Wiss., 1894; Üb. d. phylog. Entw. d. Bl., a. a. O., 1896—1900. — Goebel K., Organographie der Pflanzen, Jena 1898—1901; 2. Aufl., 1913—1923; Einl. in die exp. Morphol. d. Pfl., Leipzig und Berlin 1908. — Coulter J. M. and Chamberlain Ch. J., Morphology of Angiosperms, 1903; 2. Aufl., 1908. — Kirchner O., Loew E., Schröter C., Lebensgeschichte der Blütenpflanzen Mitteleuropas. Stuttgart. Seit 1905 im Erscheinen. — Arthur J. O., Barnes C. W. and Coulter J. M., Handb. of Plant Morphol. New York 1905. — Palladin W., Morphol. u. System. d. Pfl. St. Petersburg 1905 (russisch). — Chodat R., Principes de Botanique. 1907; ed. 2., 1911. — Fritsch K., Wiesners Organogr. u. System., 3. Aufl. Wien 1909. — Warming E. und Johannsen W., Lehrb. d. allg. Bot. Deutsch v. Meinecke. 1909. — Karsten G. in Fitting H., Jost L. usw., Lehrb. d. Bot., 16. Aufl. 1923. — Die Artikel von Wettstein R., Blüte, und Beck G. v., Frucht und Same in Handwörterb. d. Naturw.

Funktionen angepaßter Organe, so daß es trotz größter Mannigfaltigkeit im allgemeinen zur Entstehung von Organkategorien, die sich auf jene „Grundorgane" nicht zurückführen ließen, nicht kommt. Einzelne Ausnahmen (Haustorienbildungen bei Parasiten, gewisse Placentarbildungen u. dgl.) hängen mit besonderen Anpassungen zusammen, ebenso können ganz spezielle Anpassungen bei einzelnen Formen zu einer Aufhebung der Gliederung in jene „Grundorgane" führen (thalloidische Vegetationsorgane von Wasserpflanzen, Parasiten u. dgl.).

Die entwicklungsgeschichtliche Höhe der Angiospermen äußert sich daher im vegetativen Bau nicht so sehr durch die Ausbildung neuer Organe, als vielmehr in der außerordentlichen Mannigfaltigkeit.

Von Eigentümlichkeiten der vegetativen Organe, welche bei dem Vergleiche mit den Gymnospermen als wichtig erscheinen, seien folgende erwähnt. Während bei den Gymnospermen ausschließlich ausdauernde Holzpflanzen sich finden, treten bei den Angiospermen neben diesen krautige Pflanzen auf, in vielen Familien sogar in auffallend großer Zahl; diese sind bald ein- bis zweijährig (Kräuter), bald perennierend (Stauden), bei welchen insbesondere unterirdische Wurzel- und Stammgebilde (Knollen, Rhizome, Zwiebeln u. dgl.) zur Ausbildung gelangen, die den Gymnospermen fehlen. Monopodiale Verzweigung wird seltener, sympodiale häufiger. Holzgefäße sind in den Xylemen fast stets vorhanden; ihr Fehlen ist bei Angiospermen auf sekundäre Reduktion (bei Wasserpflanzen, Sukkulenten, Parasiten) zurückzuführen.

Besonders groß ist die Mannigfaltigkeit der Angiospermen in bezug auf die Blüten- und Fruchtbildung, die darum auch bei Versuchen einer systematischen Einteilung besondere Beachtung finden. Im allgemeinen erscheint es wichtig, bei Betrachtung des Blüten- und Fruchtbaues daran festzuhalten, daß phylogenetisch zwar die Teile der Blüten und Früchte auf Achsenteile und Blätter zurückzuführen sind (vgl. S. 394), daß sie aber längst schon morphologische und physiologische Selbständigkeit erworben haben, weshalb auch Versuche, im einzelnen Teile der Blüte mit Teilen vegetativer Blätter und Achsen zu homologisieren, in der Regel scheitern müssen.

Blüten, welche an den Enden vegetativer Sprosse stehen und deren Wachstum abschließen, bezeichnet man als endständig (terminal), solche, welche seitlich an Sprossen auftreten, als seitenständig (lateral); im letzteren Falle entspringen sie in der Regel in den Achseln von Blättern (axillär), welche ihre „Tragblätter" sind. Bei den meisten Angiospermen zeigt sich die Tendenz zur Vermehrung der Blüten, welche leicht verständlich erscheint, da durch sie die Sicherheit der Fortpflanzung erhöht wird. Dabei sind die Sproßteile, welche die Blüten tragen, in der Regel von jenen, welche vegetativen Aufgaben dienen, verschieden; man bezeichnet sie als Blütenstände (Infloreszenzen).

An diesen Blütenständen fällt beim Vergleiche mit den vegetativen Teilen derselben Pflanze in der Regel reichere Verzweigung und Umbildung der Laubblätter auf. Die Tragblätter der einzelnen Blüten, bzw. Teil-

infloreszenzen, sind sehr häufig rückgebildet oder durch Anpassung an bestimmte Funktionen (Anlockung von Tieren, Schutz u. dgl.) von den Laubblättern verschieden geworden, sie werden als Deckblätter oder Brakteen bezeichnet; an den Blütenstielen fehlen die Blätter ganz oder sie sind in geringer Zahl und in zumeist geringer Größe vorhanden: Vorblätter (Brakteolen). Bei den Dicotyledonen sind häufig je zwei transversal gestellte derartige Vorblätter vorhanden, bei den Monocotyledonen findet sich in der Regel ein der relativen Hauptsache zugewendetes (adossiertes) Vorblatt.

Zwischen der Ausbildung der Infloreszenz und jener der Einzelblüte bestehen vielfach wichtige Korrelationen; so läßt sich häufig beobachten, daß eine starke Vermehrung der Blütenzahl einer Infloreszenz mit einer Vereinfachung der einzelnen Blüten verbunden ist; die Vereinfachung geht nicht selten Hand in Hand mit einer Arbeitsteilung zwischen den einzelnen Teilen der Infloreszenz. Die richtige Deutung der Blütenstände ist oft von Wichtigkeit für die Erkenntnis der genetischen Beziehungen der Pflanzen zueinander: einfach erscheinende Blütenstände können ebensowohl ursprünglich, wie stark abgeleitet sein.

Infloreszenzen sind einfach oder zusammengesetzt; im letzteren Falle können sie in allen Graden der Verzweigung denselben Typus aufweisen (homotype Infloreszenzen) oder es können in einer Infloreszenz mehrere Typen kombiniert sein (heterotype Infloreszenzen). Eine Bereicherung der Blütenstände tritt auch nicht selten durch blütentragende Beisprosse ein, welche in den Achseln der Brakteen über, unter oder neben den Infloreszenzseitensprossen entspringen.

Die Infloreszenzen werden gegenwärtig zumeist in folgender Weise eingeteilt:

Man unterscheidet botrytische (traubige, razemöse, zentripetale oder monopodiale) und zymöse (doldentraubige, zentrifugale oder sympodiale) Infloreszenzen; erstere sind dadurch charakterisiert, daß die relative Hauptachse nicht frühzeitig durch eine Blüte abgeschlossen wird, sondern weiterwachsend seitliche Blüten abgibt, bei letzteren findet bald ein Abschluß der Hauptachse durch eine Blüte statt und die Vermehrung der Blüten wird durch Seitensprosse bewirkt, welche unterhalb der Endblüte abgehen. Praktische, zumeist zutreffende Kennzeichen der botrytischen Infloreszenzen sind: akropetale, respektive zentripetale Aufblühfolge und Nichtübergipfelung der obersten Blüte; Kennzeichen der zymösen Blütenstände sind: basipetale, respektive zentrifugale Aufblühfolge, häufige Übergipfelung der Endblüte. Es ist nicht immer leicht, Infloreszenzen sicher zu deuten, da sehr häufig stark abgeleitete Formen des einen Typus Formen des anderen stark ähneln.

Die häufigsten Blütenstände[3]) sind:

---

[3]) Eichler A., Blütendiagramme, I., S. 33. Leipzig 1875 und die dort zitierte Literatur. — Engler A., Natürliche Pflanzenfamilien, II. 1., S. 181. Leipzig 1889. — Čelakovský J., Theorie der Blütenstände auf deduktiver Grundlage, Rozpravy české Akad., II., 1892; Gedanken zu einer zeitgemäßen Reform der Theorie der Blütenstände, Bot. Jahrb. für Syst. usw., XVI., 1893. — Schumann K., Beitr. zur Kenntn. d. Monochas., Sitzungsb. d.

A. Botrytische Infloreszenzen:

1. Traube (Racemus). Hauptachse verlängert, Einzelblüte gestielt.

2. Ähre (Spica). Hauptachse verlängert, Einzelblüte sitzend.

3. Dolde (Umbella). Hauptachse verkürzt, Einzelblüte gestielt.

4. Köpfchen (Capitulum). Hauptachse verkürzt, Einzelblüte sitzend.

Bei 3 und 4 bilden die Brakteen der Einzelblüten oder sterile Hochblätter häufig ein Involucrum. Vom morphologischen Standpunkte wenig berechtigt ist die Unterscheidung einiger Formen, welche infolge bestimmter Anpassung immerhin auffallend sind, so die des Kolbens (Spadix), einer Ähre mit fleischig verdickter Hauptachse und des Kätzchens (Amentum) einer Ähre mit biegsamer, zumeist hängender Hauptachse und eingeschlechtigen Blüten.

B. Zymöse Infloreszenzen:

1. Pleiochasium. Unter der Endblüte entspringen an der Hauptachse mehr als zwei Seitenachsen, die Blüten entwickeln.

2. Dichasium. Unter der Endblüte entspringen an der Hauptachse zwei Seitenachsen, die Blüten entwickeln.

3. Monochasium. Unter der Endblüte entspringt an der Hauptachse nur eine Seitenachse, die Blüten entwickelt.

Formen des Monochasiums, die bei fortgesetzter Verzweigung der Seitenachsen entstehen, sind:

a) Alle sukzedan entstehenden Seitenachsen stehen auf derselben Seite: Schraubel (Bostryx), wenn die Seitenachsen quer zur relativen Hauptachse liegen und Sichel (Drepanium), wenn sie in einer Ebene mit dieser liegen;

b) die sukzedan entstehenden Seitenachsen stehen nicht auf derselben Seite: Wickel (Cincinnus), wenn die Seitenachsen quer zur Hauptachse liegen und Fächel (Rhipidium), wenn sie in einer Ebene mit dieser liegen.

Einfache zymöse Infloreszenzen (Dichasien, Pleiochasien) werden häufig wegen ihrer Ähnlichkeit mit der botrytischen Dolde als Trugdolden bezeichnet. Oft gebrauchte, aber gleichfalls zumeist nicht streng präzisierte Bezeichnungen sind: Rispe (Panicula) für pyramidenförmige zusammengesetzte Infloreszenzen, Schirm- und Doldenrispen (Corymbus) für flache, zusammengesetzte Infloreszenzen usw.

Die im vorstehenden mitgeteilte, wie schon erwähnt, derzeit noch allgemein übliche Einteilung der Blütenstände entspricht einem rein deskriptiven Standpunkte. Nach entwicklungsgeschichtlichen Gesichtspunkten viel richtiger

---

preuß. Akademie, XXX., 1889; Unters. über das Borragoid, Ber. d. deutsch. bot. Ges., VII., 1889. — Candolle C. de, Sur les bractées florifères. Bull. d. l'herb. Boiss., I., 1893. — Goebel K., Beitr. z. Entwicklungsgesch. einig. Infloresz., Jahrb. f. wissensch. Bot., XIV., 1884; Über die Verzweigung dorsiventraler Sprosse, Arbeit. des bot. Inst. Würzburg, II., 1880. — Müller W., Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Infloreszenzen der Borragineen und Solaneen. Flora, XCIV., 1905. — Parkin J., The evol. of the infloresc. Journ. Linn. Soc., XLII, 1916.

ist eine Einteilung, welche Čelakovský begründete. Danach sind 3 Typen zu unterscheiden:

1. Der thyrsoide Typus. Die Zahl der auf gemeinsamer Achse auftretenden koordinierten Seitenachsen ist ebenso wie die Zahl der subordinierten Sproßgenerationen unbestimmt und unbegrenzt. Hauptachsen zumeist mit Gipfelblüte. Entwicklung zum Teile zentri-, beziehungsweise akropetal, zum Teile zentri-, beziehungsweise akrofugal.

2. Der botrytische Typus. Die Zahl der koordinierten Seitenachsen ist unbestimmt und unbegrenzt. Gipfelblüte meist fehlend. Entwicklung zentri-, beziehungsweise akropetal.

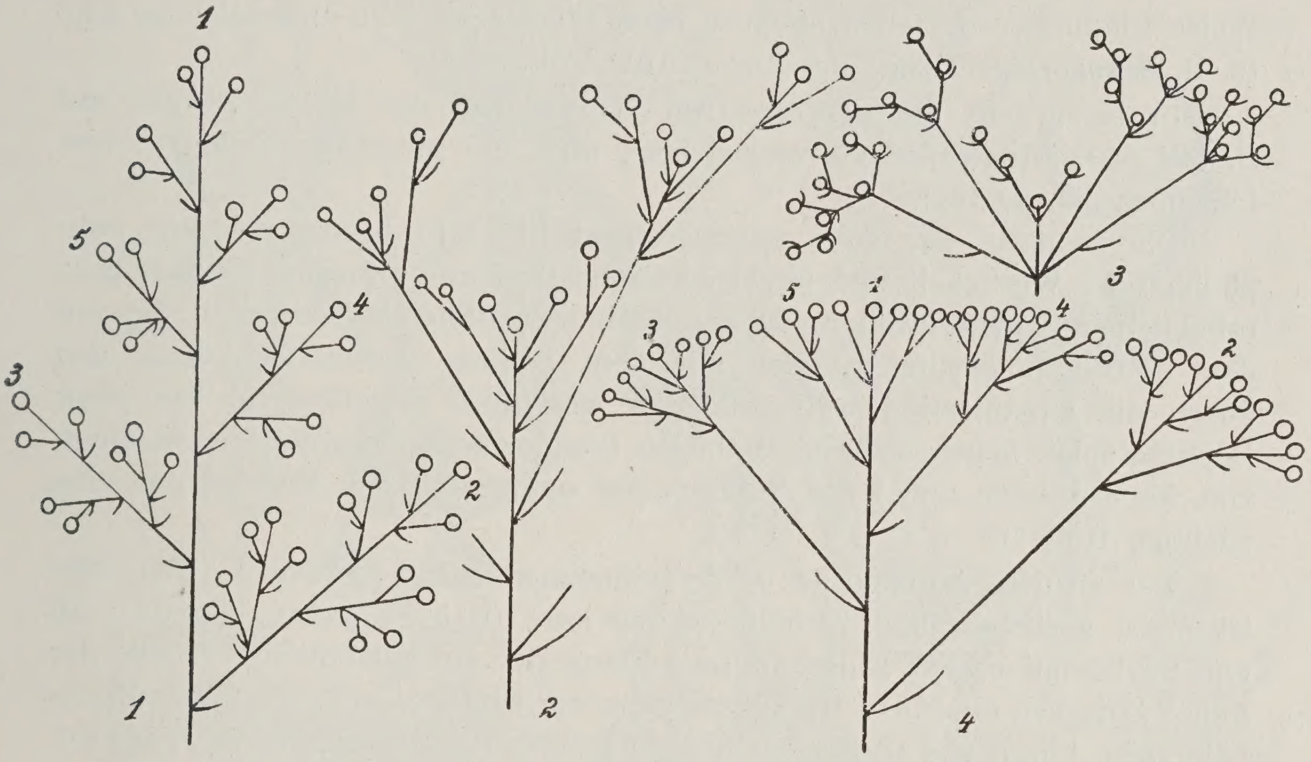


Abb. 322. Schematische Darstellung der thyrsoiden Blütenstände. — Fig. 1. Rispe. — Fig. 2. Spirre. — Fig. 3. Trugdolde. — Fig. 4. Schirmrispe. — Die einzelnen Blüten beigesetzten Nummern deuten die Aufblühfolge an. — Modif. nach Čelakovský.

3. Der brachiale Typus. Die Zahl der koordinierten Seitenachsen ist auf ein Minimum (höchstens 2) beschränkt. Gipfelblüte meist vorhanden. Entwicklung zentrifugal, beziehungsweise basipetal.

Vom thyrsoiden Typus können die beiden anderen Typen abgeleitet werden; es gibt auch Zwischenformen.

Dem thyrsoiden Typus (Abb. 322) gehören an: *a)* Die Rispe im engeren Sinne (Thyrsus, Fig. 1); die Enden der Seitenachsen erreichen den Gipfel nicht. *b)* Die Schirmrispe (Corymbothyrsus, Fig. 4); die Enden der Seitenachsen erreichen ungefähr die Höhe des Gipfels der Hauptachse. *c)* Die Spirre (Anthela, Fig. 2); die Hauptachse ist verkürzt und die Seitenachsen sind über deren Gipfel hinaus verlängert. *d)* Die Trugdolde im engeren Sinne (Cyma, Fig. 3); von der Spirre verschieden durch quirlige Stellung der Seitenachsen.

Dem botrytischen Typus gehören die Infloreszenzen an, welche in der früheren Übersicht als solche aufgezählt wurden.

Zum brachialen Typus sind die Infloreszenzen zu zählen, welche auf der Vorseite als zymös bezeichnet wurden, mit Ausnahme des Pleiochasiums, welches eine thyrsoide Infloreszenz, und zwar eine Trugdolde ist.

Blütenstände mit dichtgedrängten Einzelblüten und insbesondere solche mit Differenzierungen zwischen denselben können den Eindruck von Einzelblüten machen und wie solche funktionieren (Cyathien der Euphorbiaceen, Infloreszenzen von Compositen, Hamamelidaceen, Araceen, *Cornus*-Arten, *Darwinia* usw.). Bei starker Vereinfachung der Einzelblüte können auf diese Weise Bildungen entstehen, die von einer Blüte schwer zu unterscheiden sind (z. B. *Euphorbia, Lemna* — Pseudanthien).

In bezug auf die allgemeine Gliederung der Blüte ist das auf S. 394—400 Mitgeteilte zu vergleichen; über die einzelnen Teile sei hier folgendes hinzugefügt.

Die Deutung der Teile einer fertigen Blüte in bezug auf ihre morphologische Wertigkeit und phylogenetische Herkunft begegnet vielfach ganz erheblichen Schwierigkeiten, da gerade in der Blüte Anpassungen, die mit dem Befruchtungsvorgang oder mit dem Schutze zusammenhängen, den durch die Organisation bedingten Bau wesentlich beeinflussen. Bei jener Deutung spielt neben anderen Methoden (vergleichende Morphologie, Studium von Abnormitäten usw.) das Studium der ontogenetischen Entwicklung eine wichtige Rolle[4]).

Das an dem Aufbaue der Blüte teilnehmende Achsenstück (Abb. 323) ist meist gestaucht und verhältnismäßig kurz (Blütenboden, Torus); ab und zu kommt es zur Einschaltung verlängerter stengelähnlicher Stücke der Achse zwischen einzelnen Organkategorien der Blüte, so z. B. des Gynophors (Abb. 323, Fig. 5 und 6) unterhalb der Fruchtknotenblätter, des Androgynophors zwischen Perianthblättern und Staubgefäßen bei zwitterigen Blüten, des Androphors ebenso bei männlichen Blüten, ferner des Anthophors zwischen Kelch und Korolle. Bildungen verschiedenster Form und Funktion, die aus dem Achsenteile der Blüte hervorgehen, bezeichnet man als Achseneffigurationen oder Diskusbildungen (Abb. 323, Fig. 8, 10, 11, 13, 14d)[4a]). Über die Stellung des Gynöceums zur Achse vgl. S. 395. Bei mittel- oder unterständigen Fruchtknoten wird die becher- oder röhrenförmige Blütenachse häufig als Hypanthium oder Rezeptakulum bezeichnet; dieses Hypanthium ragt manchmal über den Fruchtknoten als röhrenförmige Bildung hinaus und nimmt dann oft korollinische Beschaffenheit an (Abb. 323, Fig. 4, 5 und 7a) (*Oenotheraceae* u. a.).

Die Organe der Blüte stehen entweder in schraubiger oder zyklischer Anordnung. Ersteres ist seltener (azyklische Blüten), letzteres die Regel. Eine Mittelstellung nehmen die hemizyklischen Blüten ein. Auch bei zyklischer

---

[4]) Payer J. B., Traité d'organogénie comparée de la fleur. Paris 1857.

[4a]) Hallier H., Zur morphol. Deutg. d. Diskusgeb., Med. Rijks. Herb., Nr. 41, 1921.

Anordnung stehen aber die Teile eines Wirtels streng genommen meistens nicht in gleicher Höhe, sondern lassen die bei den schraubig gestellten

Abb. 323. Achsenbildungen in Angiospermenblüten. Die Achsenteile sind in allen Figuren punktiert und mit *a* oder *d* bezeichnet. — Fig. 1—3. Blüten von *Dichapetalum*-Arten (*D. pedunculatum, D. Heudeloti* u. *D. hispidum*) mit oberständigem, mittelständigem und unterständigem Fruchtknoten. — Fig. 4. *Fuchsia.* — Fig. 5. *Maerna.* — Fig. 6. *Nelumbo.* — Fig. 7. *Acioa.* — Fig. 8. *Coleonema.* — Fig. 9. *Tambourissa.* — Fig. 10. *Paeonia arborea.* — Fig. 11. *Cossignia.* — Fig. 12. *Myusurus.* — Fig. 13. *Trichilia.* — Fig. 14. *Xanthoceras.* — In Fig. 6, 8, 11, 13 u. 14 sind nur die innersten Teile der Blüte gezeichnet. — Größtenteils nach Baillon.

Laubblättern herrschenden Stellungsgesetze erkennen, weshalb die Wirtel in der Regel als stark verkürzte Schraubengänge aufgefaßt werden können.

Die Zahl der Wirtel der zyklischen Blüten sind außerordentlich verschieden (1 bis 16), am häufigsten finden sich 4- bis 5wirtelige („tetrazyklische“ und „pentazyklische“) Blüten, bei denen ein Wirtel auf die

Fruchtknotenblätter, 1 bis 2 Wirtel auf die Staubgefäße[5]), 1 bis 2 Wirtel auf die Perianthblätter entfallen. Die Zahl der Glieder eines Wirtels ist ebenfalls außerordentlich verschieden (1 bis 30) und spielt bei der Charakteristik der Familien eine bedeutende Rolle. Sogenannte „Füllung“ der Blüten beruht nicht bloß auf einer morphologischen Umgestaltung einzelner Teile (z. B. Staubgefäße in Blumenkronblätter), sondern auch häufig auf einer abnormen Vermehrung der Gliederzahl.

Während bei vielen Angiospermen die Gliederzahl eines Wirtels sehr konstant ist, unterliegt sie bei anderen oft sehr großen Schwankungen (z. B. *Sempervivum* u. a.). Auffallend ist die regelmäßige Verschiedenheit der Gliederzahl bei Blüten derselben Art (so bei *Ruta graveolens* und *Monotropa Hypopitys,* bei denen die Terminalblüten pentamer, die Seitenblüten tetramer sind, bei *Begonia,* deren männliche Blüten im Perianth häufig dimer, deren weibliche Blüten dagegen pentamer sind).

Wenn in allen Wirteln einer Blüte die Zahl der Glieder dieselbe ist, wird die Blüte isozyklisch genannt, andernfalls heterozyklisch. Heterozyklische Blüten kommen sehr häufig dadurch zustande, daß einzelne Wirtelglieder ausfallen oder eine Vermehrung erfahren; solche heterozyklische Blüten sind daher in der Regel von isozyklischen abzuleiten. Die Stellung der Organe in der Blüte ist zumeist derart, daß die Glieder eines Wirtels sich zwischen die des nächstfolgenden einfügen, alternieren (euzyklische Blüten); seltener sind sie superponiert[5]). Diese Stellungsverhältnisse sind nicht bloß durch die Phylogenie der betreffenden Pflanze, sondern auch durch mechanische Faktoren, so durch die Raumverhältnisse in der jungen Knospe, bedingt.

Die Glieder eines Blütenwirtels sind nicht immer gleichgestaltet. Vorkommende Ungleichheiten beeinflussen die Symmetrieverhältnisse der Blüte. Aktinomorphe oder strahlige Blüten nennt man solche, bei denen alle Glieder desselben Wirtels gleich sind oder bei denen die Ungleichheiten es immerhin noch ermöglichen, die Blüte durch wenigstens zwei Ebenen in je spiegelbildlich gleiche Teile zu zerlegen[6]). Zygomorphe Blüten lassen nur eine derartige Ebene zu, während alle anderen nicht aktinomorphen Blüten asymmetrisch genannt werden. Unter den zygomorphen Blüten unterscheidet man wieder median-zygomorphe, transversal-zygomorphe und schräg-zygomorphe. Zygomorphe Blüten zeigen in der Regel eine Reduktion oder Förderung der in der Symmetrieebene oder ihr zunächst gelegenen Organe; die Zygomorphie wird nur zum Teile durch mechanische Faktoren

---

[5]) Wenn zwei Kreise von Staubgefäßen vorhanden sind, so stehen die des äußeren meist über den Kelchblättern: Diplostemonie, seltener über den Korollblättern: Obdiplostemonie.

[6]) Bei der deskriptiven Behandlung der Angiospermen wird der Begriff „aktinomorph“ zumeist nicht streng im geometrischen Sinne gebraucht; einerseits werden kleine Ungleichheiten der Glieder eines Wirtels vernachlässigt, anderseits bezieht sich die Bezeichnung aktinomorph häufig nur auf das Perianthium.

beeinflußt, sie ist zumeist ein Anpassungsphänomen, das die betreffende Blütenform als abgeleitet erscheinen läßt.

Es gibt Blüten, welche keinerlei Blütenhülle besitzen: nackte oder achlamydeische Blüten. Unter diesen finden sich solche, bei denen der Mangel einer Blütenhülle eine relativ tiefe entwicklungsgeschichtliche Stellung anzeigt, anderseits solche, bei welchen dieser Mangel eine Reduktionserscheinung ist.

Die Blütenhülle (Perianthium) besteht entweder aus lauter gleichartigen Blättern: homochlamydeische Blüten, oder aus ungleichartigen Blättern: heterochlamydeische Blüten. Die Perianthien der homochla-

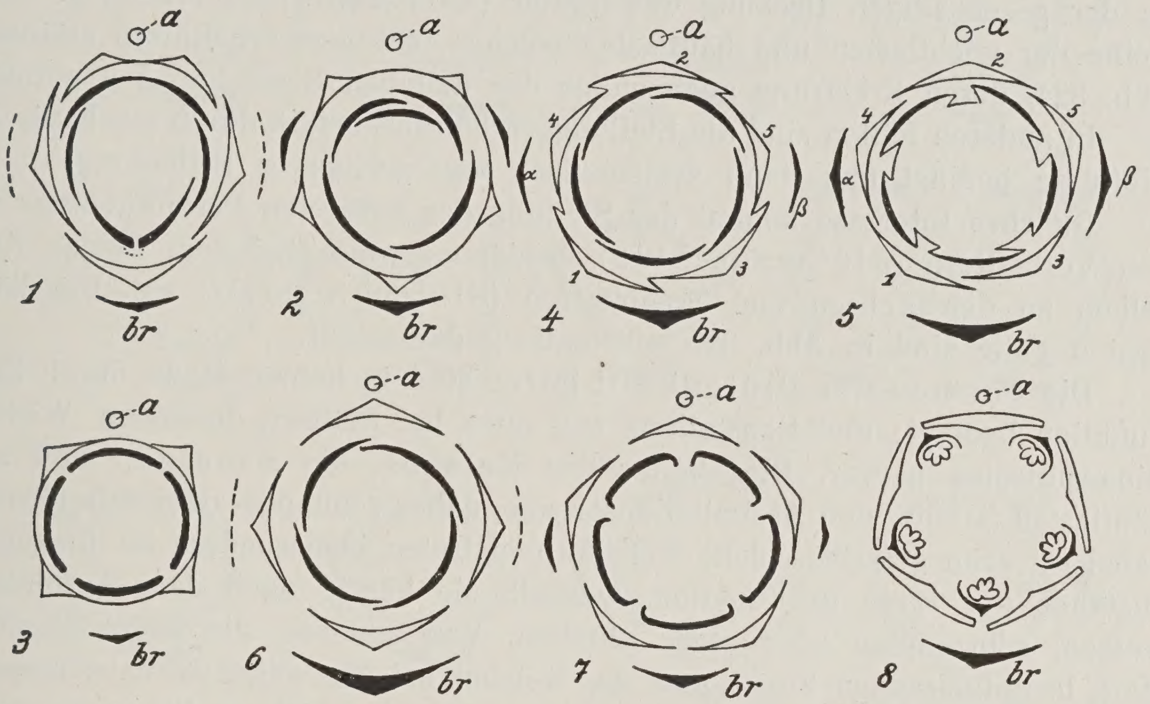


Abb. 324. Übersicht einiger häufiger Fälle der Ästivation der Perianthblätter. Diagramme. In allen Fällen bedeutet *a* die Abstammungsachse, *br* das Tragblatt, *α* und *β* die Vorblätter. Die Zahlen 1—5 deuten die Entstehungsfolge der Kelchblätter an. — Fig. 1. Kelch „aufsteigend". — Fig. 2. Krone „aufsteigend". — Fig. 3. Krone „valvat". — Fig. 4. Kelch „quinkunzial", Krone links gedreht. — Fig. 5. Kelch „quinkunzial", Krone rechts gedreht. — Fig. 6. Kelch „valvat", Krone links gedreht. — Fig. 7. Krone „induplicat valvat". — Fig. 8. Kelch „valvat", Krone „involut". — Nach Pax.

mydeischen Blüten können aus einem Wirtel (Perigon) oder aus mehreren Wirteln bestehen (Pseudoperigon); ihre Blätter (Tepalen) sind je nach der Funktion entweder durchwegs korollinisch (lebhaft gefärbt — Anlockungsmittel) oder schuppenförmig und von wenig auffallender Färbung (z. B. Schutzmittel). Die Perianthien der heterochlamydeischen Blüten umfassen zwei bis mehrere Wirtel, von denen der oder die äußeren als Kelch (Calyx) bezeichnet werden und aus Kelchblättern (Sepalen) bestehen, während der oder die inneren die Blumenkrone (Korolle, Corolla) bilden, die aus den Blumenkronblättern (Petalen) zusammengesetzt ist.

Die Perianthblätter sind durchaus nicht immer entwicklungsgeschichtlich gleichwertig, sie können phylogenetisch auf Staubgefäße oder Teile solcher

zurückgehen oder auf vegetative Blätter; in heterochlamydeischen Blüten können die Verschiedenheiten der beiden Blattkategorien ebenso auf einen Dimorphismus ursprünglich gleichwertiger Blätter, wie auf eine verschiedene Herkunft zurückzuführen sein. (Vgl. auch den späteren Abschnitt über die Phylogenie der Blüte.)

Die Stellungsverhältnisse der Blätter eines Perianthwirtels zueinander sind in vielen Fällen von großer Konstanz und Regelmäßigkeit, stehen dann zumeist mit der entwicklungsgeschichtlichen Aufeinanderfolge der Blätter im Zusammenhange und sind begreiflicherweise von großer Wichtigkeit für die Systematik. Sie sind insbesondere im Knospenzustande und an der gegenseitigen Deckung der Blätter (Ästivation) zu erkennen. Eine Reihe der wichtigsten und häufigsten solcher Stellungsverhältnisse erläutert Abb. 324, deren Erklärung auch einige der üblichen Bezeichnungen enthält.

In anderen Fällen sind die Stellungsverhältnisse stark durch mechanische Einflüsse bedingt und dann systematisch von geringerer Bedeutung.

Gleiches Interesse kommt der Stellung der äußersten Perianthblätter zu den Vorblättern (Blütenanschluß), beziehungsweise bei dem Fehlen derselben zu den Achsen und Tragblättern (Blüteneinsatz)[7]) zu. Die häufigsten Fälle sind in Abb. 325 schematisch dargestellt.

Die Formen der Blütenhüllblätter sind in hohem Maße durch ihre Funktion bedingt; Funktionsteilung ruft auch bei Blättern desselben Wirtels Dimorphismus hervor. Die Blätter des Kelches, die Sepalen, sind am häufigsten Schutz- und Assimilationsorgane, daher schuppen- oder zahnförmig, dabei oft grün gefärbt; solche Kelchformen treten insbesondere im Knospenzustande der Blüte in Funktion, weshalb sie häufig nach dem Aufblühen welken, schrumpfen oder sogar abfallen. Von anderen, die Beschaffenheit stark beeinflussenden Funktionen des Kelches seien erwähnt: Ersatz, respektive Vergrößerung des durch die Blumenkronblätter gebildeten Schauapparates (korollinischer Kelch), Schutz für die Frucht (persistierender, dabei oft verhärtender Kelch), Verbreitung der Früchte (z. B. Pappusbildung, Flügelbildung, Kletteinrichtungen, Fleischigwerden), mechanische Stütze der Blumenkronblätter, Nektarienbildung usw. Nicht selten sind die Blätter des Kelches seitlich wirklich oder scheinbar miteinander verbunden (Verwachsen der Blattränder oder Heranwachsen des Gewebes am Grunde der Blätter — synsepaler oder gamosepaler Kelch). Sogenannte Außenkelche können durch Heranrücken von Hochblättern an die Kelchblätter oder aus Teilen der Kelchblätter entstehen.

Die Blätter der Blumenkrone (Corolla), die Petalen, zeigen eine noch größere Mannigfaltigkeit als die Kelchblätter. Die seitliche Verbindung der Korollblätter (Sympetalie, Gamopetalie) kommt auf analogem Wege wie die der Kelchblätter zustande und ist für manche Entwicklungsreihen

[7]) Über Ästivation, Blütenanschluß und Blüteneinsatz vgl.: Eichler A., Blütendiagramme, I., S. 3. Leipzig 1875. — Schumann K., Neue Untersuchungen über den Blütenanschluß, Leipzig 1890; Ästivation der Blüten und ihre mechanischen Ursachen, Ber. d. deutsch. botan. Ges., IV., S. 53, 1886.

sehr charakteristisch. Am häufigsten sind die Blumenkronblätter als Schauapparat ausgebildet, demnach lebhaft gefärbt und relativ groß. In vielen Blüten nehmen die Blumenkronblätter ganz bestimmte Formen und Stellungen an, welche mit dem Schutze der Antheren und Narben oder damit im Zusammenhange stehen, daß bestimmte Tiere veranlaßt werden, in ganz bestimmter Art und Weise in die Blüte einzudringen. Rückbildung der Petalen

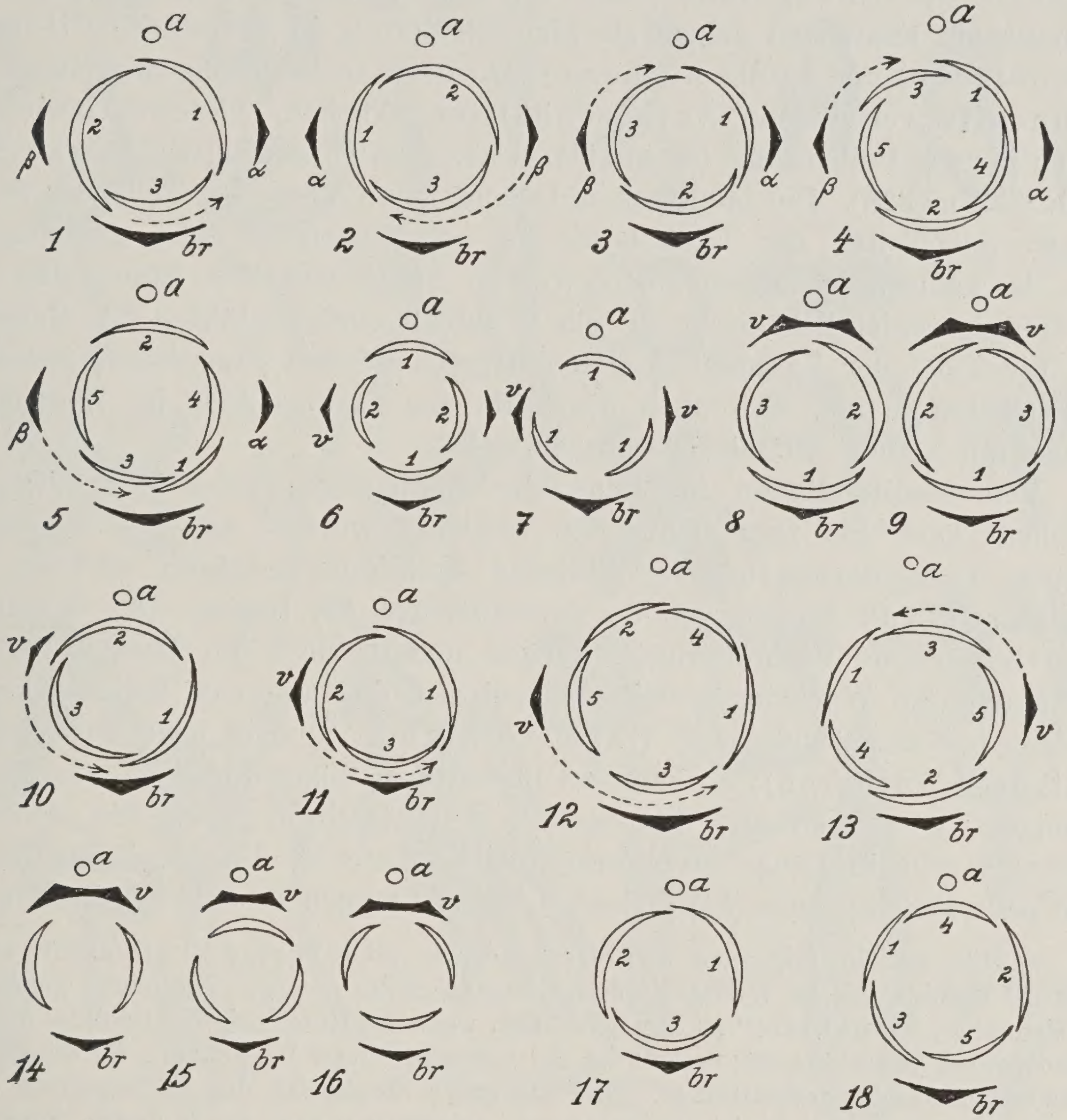


Abb. 325. Übersicht der Arten des Blütenanschlusses und Blüteneinsatzes (Diagramme der Tragblätter, Vorblätter und Kelchblätter). In allen Figuren bedeutet: *a* die Abstammungsachse, *br* Tragblatt, *v* respektive *α* und *β* Vorblätter. Die den Kelchblättern beigesetzten Ziffern deuten deren Entstehungsfolge an, die Pfeile den Anschluß derselben an die Vorblätter. — Nach Pax.

(apopetale Blüten) hängt oft mit der Anpassung an die Verbreitung des Pollens durch den Wind, an die Belegung der Narbe mit dem Pollen derselben Blüte (in kleistogamen Blüten) oder mit der korollinischen Ausbildung des Kelches zusammen. Von besonderen Funktionen mancher Korollen ist die Ausbildung von Nahrungsmitteln für Tiere (Nektar, Futtergewebe, Wachs usw.), Ausbildung von Flugorganen der Früchte u. dgl. zu erwähnen. An der Ober-

seite der Korollblätter entspringen nicht selten korollinische Anhängsel (Nebenkrone oder Parakorolle, Nebenperigon, Schlundschuppen usw.), die sehr verschiedenen Ursprunges sein können (Emergenzen, umgebildete Staubgefäßteile u. dgl. m.). Manche Blüten sind gegen den Blütenstiel scharf abgegliedert und endigen nach unten in einen stielartigen Teil, das Pericladium (*Asparagus, Aesculus* u. a.).

Auch die Staubgefäße[8]) sind von außerordentlicher Mannigfaltigkeit[9]). Weitaus am häufigsten zeigen sie eine Gliederung in das sterile Filament (Staubfaden) und in die Anthere (Staubbeutel), welche zwei durch das Konnektiv verbundene Antherenhälften (Theken, Thecae) besitzt, in denen je zwei Pollensäcke (Loculi, Lokulamente) zur Entwicklung kommen (Abb. 327 u. 328). Die mehrfach unternommenen Versuche, Teile der Staubgefäße mit Teilen der Laubblätter zu homologisieren, sind gegenstandslos, da keinesfalls angenommen werden kann, daß das Staubgefäß entwicklungsgeschichtlich direkt auf ein Laubblatt zurückzuführen ist. Geradeso wie die Teile der Laubblätter sich entsprechend den Funktionen derselben entwickelten, haben sich auch die Teile des Staubgefäßes im Zusammenhange mit seiner Aufgabe herausgebildet.

Von Modifikationen im Baue der Staubgefäße seien erwähnt: Das Filament kann bis zum Schwinden reduziert werden, es kann anderseits flächige Verbreiterung und korollinische Ausbildung erfahren, es kann verzweigt sein und Anhangsgebilde verschiedener Art tragen. Das Konnektiv kann bedeutende Verbreiterung erlangen und dadurch die Theken trennen, es kann durch Wachstumsvorgänge bewirken, daß alle vier Pollensäcke der Blütenachse zugewendet sind (introrse Antheren) oder nach außen sehen (extrorse Antheren); es kann zu blattartigen, blasenförmigen oder fadenförmigen Fortsätzen der Staubgefäße heranwachsen usw. Die Antheren wechseln sehr in Länge und Form, insbesondere ist die Art ihres Öffnens eine sehr verschiedene (Längsrisse, Löcher, Klappen u. dgl.) (Abb. 326).

[8]) Hier und im folgenden wird der Ausdruck „Staubgefäße" gebraucht, weil er über die morphologische Wertigkeit dieser Organe nichts aussagt. Die häufig gebrauchte Bezeichnung „Staubblatt" ist nur berechtigt, wenn die Homologie des Gebildes mit dem Mikrosporophyll erwiesen ist; deshalb ist der Gebrauch dieser Bezeichnung für die Gymnospermen vollständig gerechtfertigt. Daß das ganze Staubgefäß der Angiospermen einem Mikrosporophyll entspricht, ist zum mindesten unbewiesen; nach der in diesem Buche vertretenen Anschauung ist es auf die Vereinigung von zwei Mikrosporophyllen zurückzuführen; vgl. S. 529.

[9]) Morphologie und Entwicklungsgeschichte der Staubgefäße: Mohl H. v., Über den Bau und die Formen der Pollenkörner. 1834. — Schacht H., in Jahrb. f. wissensch. Botan., II., 1860. — Chatin, De l'anthère. Paris 1870. — Edgeworth P., Pollen illustrated. 1877. — Warming Eug., Unters. über pollenbild. Phyllome und Kaulome, in Hansteins Bot. Abh., II., 1873. — Engler A., Beitr. zur Kenntn. d. Antherenbild. bei Metaspermen. Jahrb. f. wissensch. Bot., X., 1876. — Guignard L., Recherches sur le développement de l'anthère et du pollen des Orchidées. Ann. sc. nat., Bot., sér. VI., t. 14., 1882. — Tieghem Ph. v., Observ. s. l. struct. et la déhiscence des anthères d. Loranth. Bull. Soc. bot. de Fr., XLII., 1895. — Fullmer E. L., The Development of the Microsporangia and Microspores of *Hemerocallis*. Bot. Gaz., XXVIII., 1899. — Coulter J. M. and Chamberlain Ch. J., Morphol. of Angiosp., 1903, p. 43 und die dort zitierte Literatur;

Abb. 326. Staubgefäßformen. — Fig. 1. *Calandrinia compressa.* — Fig. 2. *Solanum Lycopersicum.* — Fig. 3. *Galanthus nivalis.* — Fig. 4. *Cyclamen europaeum.* — Fig. 5. *Ramondia pyrenaica.* — Fig. 6 u. 7. *Cassia acutifolia.* — Fig. 8. *Pirola rotundifolia.* — Fig. 9 u. 10. *Arctostaphylos Uva ursi.* — Fig. 11. *Vaccinium uliginosum.* — Fig. 12. *Pirola uniflora.* — Fig. 13. *Medinilla.* — Fig. 14. *Vaccinium Oxycoccos.* — Fig. 15. *Calceolaria Pavonii.* — Fig. 16. *Tozzia alpina.* — Fig. 17 u. 18. *Sibbaldia procumbens.* — Fig. 19. *Galeopsis angustifolia.* — Fig. 20 u. 21. *Centaurium umbellatum.* — Fig. 22 u. 23. *Melissa officinalis.* — Fig. 24 u. 25. *Calla palustris.* — Fig. 26. *Nectandra.* — Fig. 27 u. 28. *Globularia cordifolia.* — Fig. 29 u. 30. *Theobroma Cacao.* — Fig. 31. *Pinguicula vulgaris.* — Fig. 32. *Garcinia.* — Fig. 33. *Columellia.* — Fig. 34. *Arisarum vulgare.* — Fig. 35. *Atherosperma.* — Fig. 36. *Salvia.* — Fig. 37. *Viola odorata.* — Fig. 38. *Popowia Barteri.* — Fig. 39. *Nymphaea amazonum.* — Fig. 40. *Tradescantia virginica.* — Fig. 41. *Campelia Zanonia.* — Alle Fig. etw. vergr. — Fig. 1—12, 14—25, 27—32 nach Kerner, 13, 26 nach Baillon, 33—41 nach Engler.

Pollensäcke sind in der Regel in jeder Anthere vier vorhanden. Zumeist verschmelzen allerdings die beiden Säcke einer Antherenhälfte früher oder später zu einem einheitlichen Hohlraume (Abb. 328); ebenso kommt es vor, daß alle vier Pollensäcke zu einem Fache sich verbinden. Mehr oder weniger als vier Pollensäcke sind selten. Verminderung beruht häufig auf Spaltung der Staubgefäße *(Malvaceae)* oder auf Verkümmerung einzelner Säcke (*Asclepiadaceae, Scrophulariaceae* u. a.). Antheren, welche nur eine Antherenhälfte (daher in der Regel nur 2 Pollensäcke) haben, heißen monothezisch im Gegensatze zu den typischen dithezischen[9a]) Antheren. Vermehrung der Pollensäcke kommt oft dadurch zustande, daß die Pollensäcke durch sterile Gewebepartien geteilt werden (*Mimosaceae, Gaura, Rhizophora, Aegiceras, Viscum* u. a.: gefächerte Antheren).

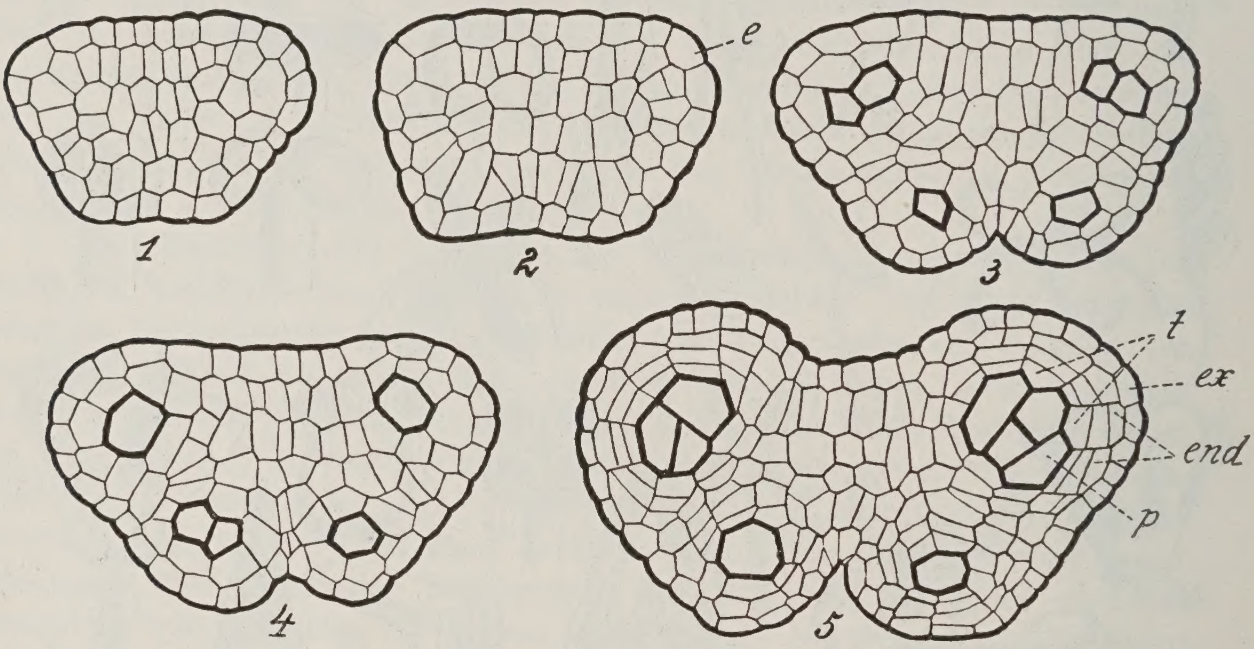


Abb. 327. Entwicklung der Anthere, respektive Anlage der Pollensäcke von *Chrysanthemum*. Querschnitte. — In Fig. 5 bedeutet *ex* Exothecium, hervorgegangen aus der Epidermis (*e* in Fig. 2), *end* Endothecium, *t* Tapetum, *p* sporogenes Gewebe. — Vergr. — Nach Warming.

Staubgefäße können Verzweigungen, respektive Spaltungen erfahren und dann mehrere bis viele, vollständige oder unvollständige Antheren tragen; ebenso können Staubgefäße mehr oder weniger miteinander verbunden und verwachsen erscheinen. Ob es sich in solchen Fällen um Verzweigung oder

ed. 2., 1908. — Artopoeus A., Üb. Bau u. Öffnungsweise d. Antheren usw. Flora, Bd. 92, 1906. — Nábělek Fr., Üb. d. syst Bedeutg. d. fein. Baues der Antherenwand. Sitzungsb. d. Wiener Akad., CXV. Bd., 1907. — Kuhn E., Üb. d. Wechsel d. Zelltypen im Endothec. Diss., Zürich 1908. — Schips M., Zur Öffnungsmech. d. Antheren. Beih. bot. Centralbl., XXXI., 1913. — Juel H. O., Unters. üb. Aufl. d. Tapetumzellen. Jahrb. wiss. Bot. LVI., 1915. — Tischler, Pollenbiol. Studien. Zeitschr. f. Bot., 9., 1917. — Söderberg E., Üb. d. Pollentw. v. *Chamaedorea*. Sv. bot. Tidskr., 13. Bd., 1919. — Staedtler G., Üb. Red.-Ersch. im Bau d. Antherenw. Flora, 116. Bd., 1923.

[9a]) Nach Goebel: „tetrasporangiaten".

Verwachsung handelt, kann nur der Vergleich mit zweifellos verwandten Formen und die Entwicklungsgeschichte lehren. Nicht selten trifft man in einer Blüte an der Stelle, an welcher bei einer Form ein Staubgefäß sich findet, bei einer anderen Form eine größere Zahl solcher, ohne daß man

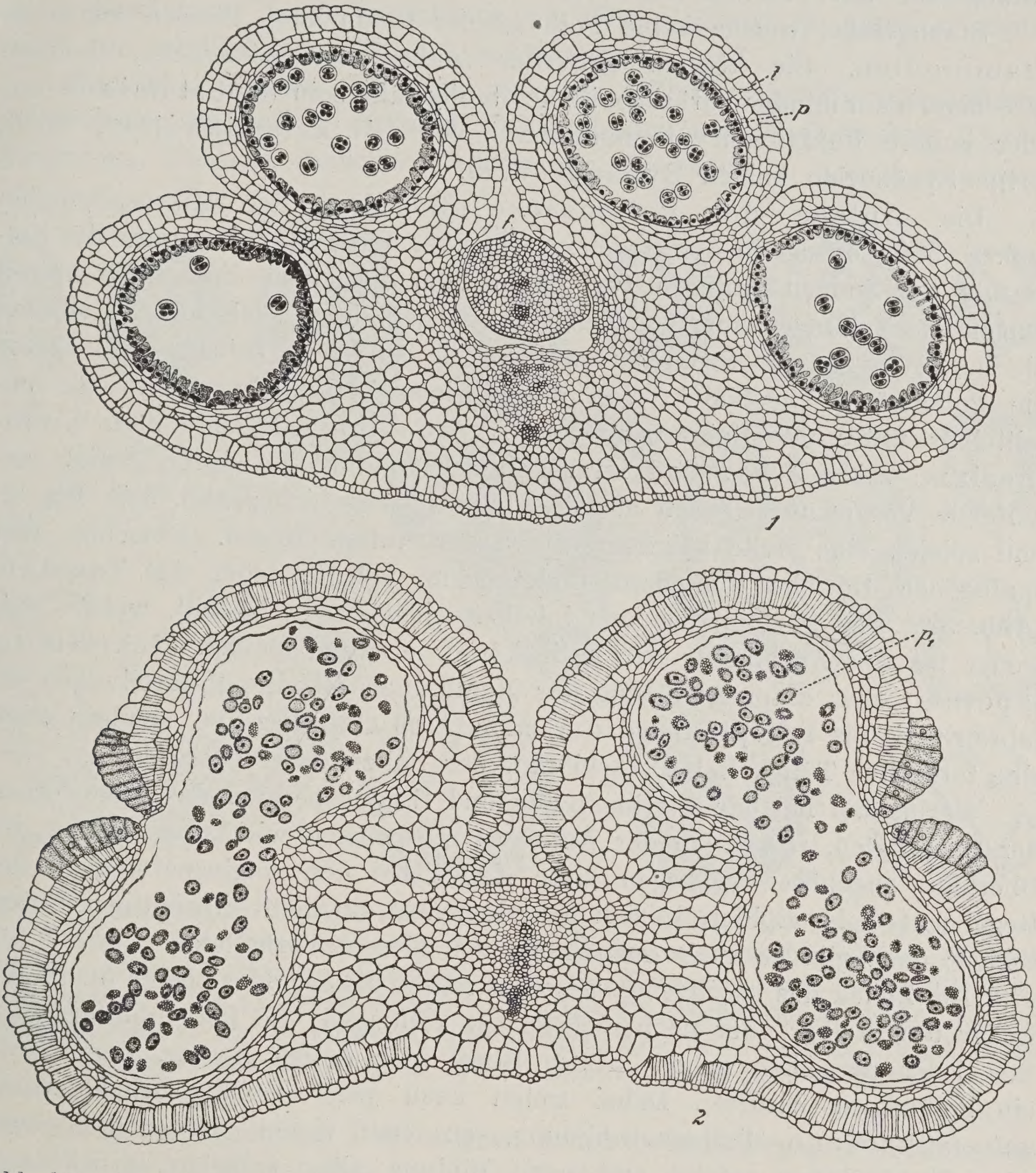


Abb. 328. Querschnitte durch Antheren von *Lilium*. — Fig. 1. Querschnitt durch eine verhältnismäßig junge Anthere. *f* Filament, *t* Tapetum, *p* Pollenmutterzellen in Teilung. — Fig. 2. Anthere unmittelbar vor dem Aufspringen. p_1 Pollenkörner. — Vergr. — Original.

eine stattgefundene Spaltung oder Verzweigung nachweisen könnte. Man spricht dann von Dedoublement. Das hier über Spaltung, Verzweigung, Dedoublement usw. Gesagte gilt übrigens in analoger Weise von allen Teilen der Blüte. Mit den Ausdrücken „monadelphisch", „diadelphisch", „polyadelphisch" bezeichnet man das Vorkommen der Staubgefäße einer Blüte in 1,

2 oder vielen Bündeln. Als „Synandrium" bezeichnet man eine so innige Vereinigung von Staubgefäßen, daß die Abgrenzung des einzelnen nicht leicht möglich ist. Verbindung der Filamente mit den Blättern des Perianthiums kann ebenso eintreten, wie Verbindung, respektive Verwachsung der Staubgefäße mit Fruchtknotenblättern.

Staubgefäße, welche keine Pollenkörner produzieren, heißen allgemein Staminodien. Sie können entweder funktionslos gewordene, dementsprechend mehr minder zurückgebildete Staubgefäße sein (Apostaminodien) oder andere Funktionen übernommen haben (Metastaminodien). Nicht fertile Synandrien heißen Synandrodien.

Die Anlage der Pollensäcke (Homologa der Mikrosporangien [vgl. S. 396]) erfolgt in der Regel in folgender Weise: In der unter der Epidermis der jungen Anthere (vgl. Abb. 327) liegenden Zellschicht treten tangentiale Teilungen auf; von den dadurch gebildeten Zellschichten werden die innersten zum sporogenen Gewebe, d. h. zu jenem Gewebe, das später die Pollenkörner ausbildet. Von den übrigen Zellschichten wird die unmittelbar unter der Epidermis (dem Exothecium) liegende zum Endothecium; seine Zellen sind im reifen Zustande häufig durch radial verlaufende Verdickungsstreifen ausgezeichnet (Faserschicht; Abb. 328, Fig. 2) und spielen eine Rolle bei dem Öffnen der Antherenwand. Zwischen dem sporogenen Gewebe und dem Endothecium schaltet sich das Tapetum (Abb. 328, Fig. 1 *t*) ein, das aus inhaltsreichen Zellen besteht, welche entweder bei der Ausbildung der Pollenkörner erhalten bleiben (Sekretionstapetum) oder unter Auflösung der Membranen lebhafte Kernteilungen erfahren und (als Periplasmodium) nicht bloß eine nutritive, sondern auch eine formative Tätigkeit bei Ausbildung der Pollenkörner entfalten[10]).

Darin, daß bei den Pteridophyten und Gymnospermen die beim Öffnen der Sporangien, respektive der Antheren mechanisch wirksamen Zellen der Oberhaut angehören, wogegen diese Zellen bei den Angiospermen in der Regel unter der Epidermis sich befinden, liegt ein nicht unwichtiger Unterschied; doch gibt es auch Ausnahmen von diesem Verhalten.

Die Zellen des sporogenen Gewebes liefern früher oder später (d. h. entweder unmittelbar oder nach mehrfachen Teilungen) die Pollenmutterzellen. Aus jeder derselben gehen in der Regel vier Zellen hervor, deren jede ein Pollenkorn wird[10a]). Dabei treten nach jeder Teilung Scheidewände auf (sukzedane Pollenkornbildung, so bei vielen Monocotyledonen) oder Wandbildung erfolgt erst nach Bildung aller 4 Zellen (simultane

---

[10]) Vgl. Hannig E.. Üb. d. Bed. d. Periplasmod., I.—III. Flora, Bd. 102, 1911. — Bonnet J., Rech. s. l'évol. d. cell. nourric. d. poll. Arch. f. Zellf., VII., 1912. — Tischler G., Das Peripl. in d. Antheren d. Commel., Jahrb. f. wiss. Bot., LV., 1915. — Schnarf K. in Öst. bot. Zeitschr., 1923.

[10a]) Eine bemerkenswerte Ähnlichkeit mit den Vorgängen bei der Makrosporenbildung (vgl. S. 489) findet sich bei Cyperaceen, wo von den vier Kernen der Pollenmutterzelle drei verkümmern und nur einer zu einem Pollenkorn wird; vgl. Juel H. O., Beitr. z. Kenntn. d. Tetradenteil. Jahrb. f. wissensch. Bot., XXXV., 1909. — Suessenguth K., Beitr. z. Frage d. syst. Anschl. d. Monoc. Beitr. z. bot. Centralbl., XXXVIII., 1920.

Pollenkornbildung, bei den meisten Dicotyledonen)[11]). Die Pollenkörner (vgl. Abb. 329) sind in der Regel abgerundet (kugelig, ellipsoidisch, walzenförmig, tetraedrisch), seltener fadenförmig; ihre Exine weist mannigfache Skulpturen und nicht selten präformierte Austrittsstellen für den Pollenschlauch auf; sie fehlt bei manchen Wasserpflanzen. Der Pollen von Blüten, deren Bestäubung durch Vermittlung von Tieren erfolgt, ist meist kohärent, jener von windblütigen Pflanzen staubartig.

Manchmal bleiben die vier in einer Pollenmutterzelle entstandenen Pollenkörner dauernd in Verband (Pollentetraden bei *Rhododendron*, *Typha*, *Fourcroya*, *Drosera*, manchen Orchidaceen, *Nepenthes* u. a.); in einzelnen

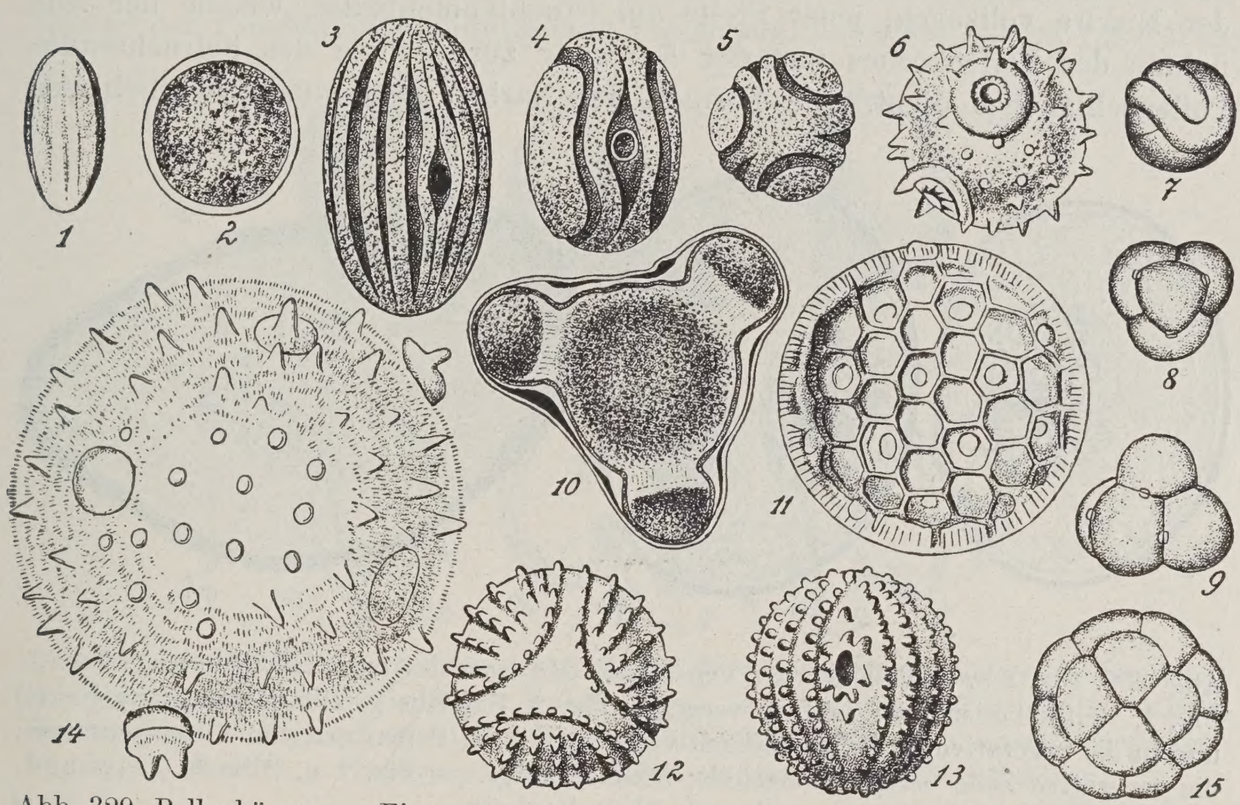


Abb. 329. Pollenkörner. — Fig. 1 u. 2. *Gladiolus segetum*, trocken (1) und befeuchtet (2). — Fig. 3. *Aechmanthera tomentosa*. — Fig. 4 u. 5. *Anisacanthus virgularis*. — Fig. 6. *Dombeya Wallichii*. — Fig. 7. *Mimulus moschatus*. — Fig. 8 u. 9. *Jussieua erecta*. — Fig. 10. *Oenothera muricata*. — Fig. 11. *Cobaea scandens*. — Fig. 12 u. 13. *Lamiacanthus viscosus*. — Fig. 14. *Cucurbita Pepo*. — Fig. 15. *Calliandra laxa*. — Vergr. 200—350. — Fig. 1, 2, 6, 10, 11, 14 nach Schacht, 3—5, 12, 13 nach Lindau, 7—9, 15 nach Mohl.

Fällen bilden zahlreiche Pollenkörner kleine Gewebekörper (Pollenmassen, Massulae, so bei Mimosaceen, manchen Orchidaceen); ab und zu bleiben die gesamten Pollenkörner eines Faches in Verband (Pollinien bei Orchidaceen, Asclepiadaceen usw.).

Das ursprünglich einzellige Pollenkorn wird schon in der Anthere oder auf der Narbe des Gynöceums zweizellig; von diesen beiden, in der Regel membranlosen Zellen, ist die eine die vegetative (die Schlauchzelle, respektive der Schlauchkern), die zweite die generative Zelle (respektive

[11]) Vgl. Suessenguth K., a. a. O.

der generative Kern); letztere teilt sich in zwei Sexualzellen, respektive Sexualkerne (Spermakerne). (Vgl. Abb. 330 u. 344.)[12])

Über das Gynöceum wurde schon S. 396 und 397 das Wesentlichste mitgeteilt[13]); hier sei nur folgendes hinzugefügt: Der wichtigste Unterschied zwischen Gymnospermen und Angiospermen im Baue des Gynöceums besteht darin, daß bei letzteren die Fruchtknotenblätter[14]) gehäuseartige Bildungen erzeugen, welche die Samenanlagen umschließen und Fruchtknoten (Ovarium) genannt werden. Durch diese Einhüllung der Samenanlagen ist der direkte Zutritt der Pollenkörner zu denselben unmöglich geworden, es hat sich daher parallel mit der Entwicklung des Fruchtknotens die Ausbildung der Narbe vollzogen, jener Stelle am Fruchtknotenblatte, welche der Aufnahme des Pollenkornes und der Anregung zur Bildung des befruchtenden Pollenschlauches dient. Die Formen der Narben sind außerordentlich ver-

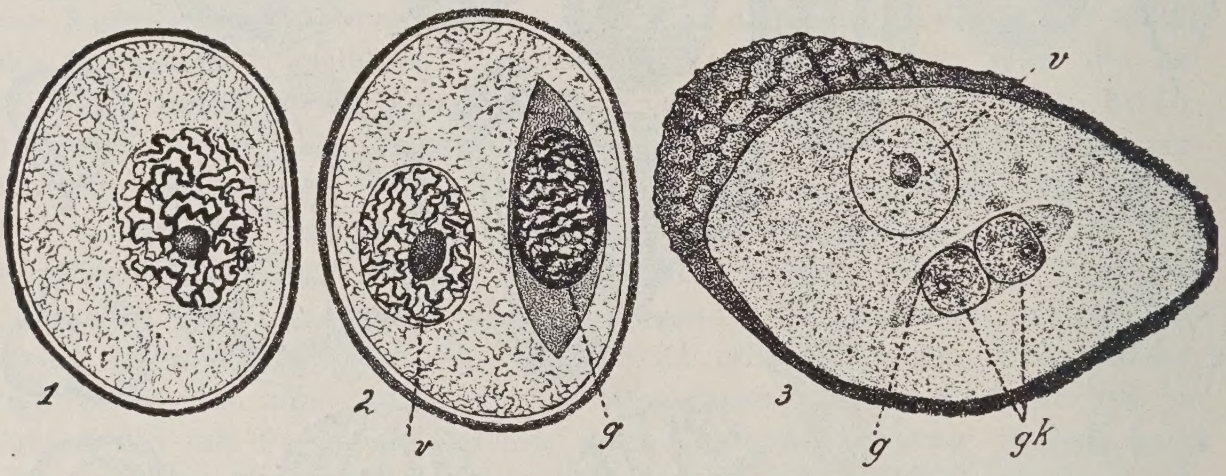


Abb. 330. Fig. 1 u. 2. Pollenkörner von *Lilium Martagon* im optischen Durchschnitte. — Fig. 1. Reifes Pollenkorn; 750fach vergr. — Fig. 2. Dasselbe geteilt in die generative (*g*) und in die vegetative (*v*) Zelle; 750fach vergr. — Fig. 3. Pollenkorn von *Lilium auratum*; die generative Zelle bereits zweigeteilt; 500fach vergr. — Fig. 1 u. 2 nach Guignard, 3 nach Chamberlain.

schieden; sie sind nicht bloß durch den Bau des Fruchtknotens (Zahl der Fruchtknotenblätter, Grad der Verwachsung derselben usw.), durch die Stelle des Fruchtknotenblattes, an der sie auftreten, sondern auch durch Anpassungserscheinungen bedingt (Vergrößerung der die Pollenkörner auffangenden Fläche bei windblütigen Pflanzen u. dgl.). Zwischen den die Samenanlagen bergenden Fruchtknoten und die Narbe ist vielfach ein stielartiger Teil, der Griffel (Stylus) eingeschaltet, dessen Bau einerseits mit der entsprechenden Postierung der Narbe, anderseits mit der Leitung des Pollenschlauches im Zusammenhange steht. Der letzterwähnten Aufgabe dient

---

[12]) Über die Homologien dieser Teilungsvorgänge mit solchen bei Gymnospermen und Pteridophyten vgl. S. 266ff.

[13]) Vgl. auch Tieghem Ph. v., Rech. sur l. struct. d. pistil. Paris 1871.

[14]) Über die Verwendung der Bezeichnung „Fruchtknotenblatt“ vgl. S. 396.

insbesondere ein eigenartiges Leitgewebe im Innern des Griffels, das häufig einen Griffelkanal oder mehrere Griffelkanäle auskleidet.

Die Zahl der Fruchtknotenblätter in einer Blüte ist sehr verschieden; ist die Zahl größer als 1, so kann entweder jedes Fruchtknotenblatt für sich einen Fruchtknoten bilden (apokarpes Gynöceum) oder es vereinigen sich mehrere zu einem solchen (synkarpes Gynöceum). Im ersteren Falle sind die Fruchtknoten meist einfächerig; im letzteren Falle können sie je nach der Art der Verbindung der Fruchtknotenblätter miteinander ein- oder mehrfächerig sein. Die Scheidewände der Fächer werden auch Dissepimente genannt. Mehrfächerigkeit kann auch dadurch entstehen, daß durch das sekundäre Heranwachsen irgend eines Teiles der Fruchtknotenwand in das Innere der Fruchtknotenhöhlung eine Fächerung derselben eintritt („falsche

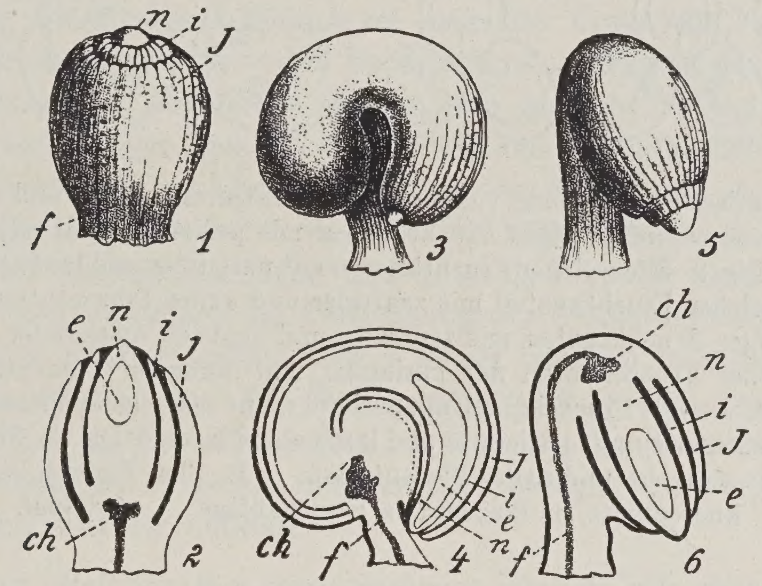


Abb. 331. Schematische Darstellung der häufigsten Formen von Samenanlagen. — Fig. 1 u. 2. Atrope Samenanlage. — Fig. 3 u. 4. Kampylotrope Samenanlage. — Fig. 5 u. 6. Anatrope Samenanlage. — Fig. 2, 4 u. 6 stellen Längsschnitte dar; *J* äußeres, *i* inneres Integument, *n* Nucellus, *e* Embryosack, *f* Funiculus, *ch* Chalaza. — Nach Baillon.

Scheidewände“). Über die Stellung des Gynöceums zur Blütenachse vgl. das S. 395 Gesagte.

Über Form und Bau der Samenanlage wurde bereits S. 397 einiges mitgeteilt; vgl. auch die Abb. 331. Was ihre Anordnung im Fruchtknoten, die Plazentation (Abb. 332) anbelangt, so werden die Bezeichnungen für dieselbe verschieden sein müssen, je nachdem mit ihnen nur im allgemeinen die Lage im Fruchtknoten oder die Beziehungen zu den Fruchtknotenblättern charakterisiert werden sollen. Im ersteren Falle spricht man von parietaler Plazentation, wenn die Samenanlagen der Seitenwand des Fruchtknotens aufsitzen, von zentraler Plazentation, wenn sie von einem in der Längsachse des Fruchtknotens befindlichen Gewebe ausgehen; mit den Ausdrücken apikal und basilär bezeichnet man dann Spezialfälle des letzteren Verhaltens, in denen die Samenanlagen vom oberen oder unteren Ende in das Innere der Fruchtknotenhöhlung hineinragen. Will man die Beziehungen der Samenanlagen zu den einzelnen Fruchtknotenblättern ausdrücken, so ge-

braucht man die Bezeichnungen: marginal (die Samenanlagen entspringen den Rändern der Fruchtknotenblätter), laminal (die Samenanlagen sitzen den Innenflächen der Fruchtknotenblätter auf) und axil (die Samenanlagen stehen zentral und nicht in klaren Beziehungen zum Fruchtknotenblatte). Abb. 332 illustriert einige der häufigsten Formen der Plazentation.

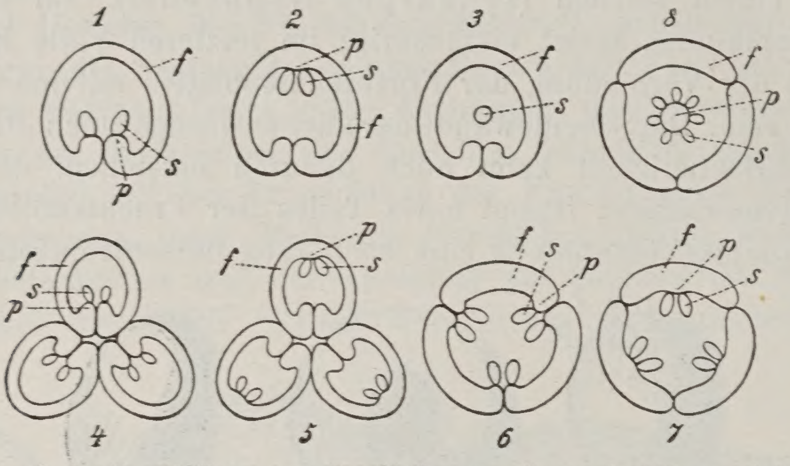


Abb. 332. Schematische Darstellung von Fruchtknoten-Querschnitten und der Plazentation. — Fig. 1. Monomerer einfächeriger Fruchtknoten mit parietaler und zugleich marginaler Plazentation. — Fig. 2. Ebensolcher Fruchtknoten mit parietaler und laminaler Plazentation. — Fig. 3. Ebensolcher Fruchtknoten mit zentraler und axiler Plazentation. — Fig. 4. Trimerer dreifächeriger Fruchtknoten mit zentraler und zugleich marginaler Plazentation. — Fig. 5. Ebensolcher Fruchtknoten mit parietaler und laminaler Plazentation. — Fig. 6. Trimerer und einfächeriger Fruchtknoten mit parietaler und marginaler Plazentation. — Fig. 7. Ebensolcher Fruchtknoten mit parietaler und laminaler Plazentation. — Fig. 8. Ebensolcher Fruchtknoten mit zentraler und axiler Plazentation. — In allen Figuren bedeutet: *f* Fruchtknotenblatt, *p* Plazenta, *s* Samenanlage. — Original.

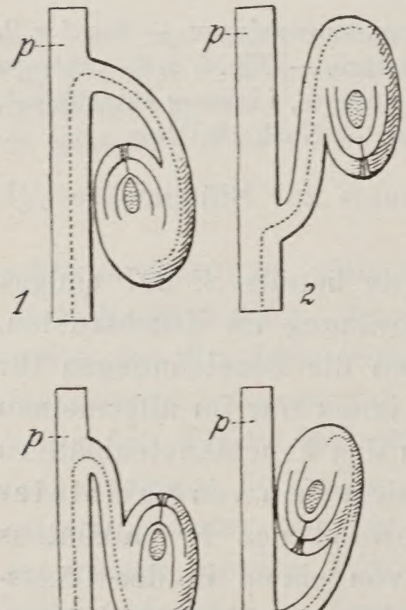


Abb. 333. Apotrope (Fig. 1 u. 2) und epitrope (Fig. 3 u. 4) Samenanlagen. — Schematisch. — Nach Engler.

Die Stellung der Samenanlage zur Placenta bezeichnen die Ausdrücke apotrop (bei hängender Samenanlage Funiculus außen und Mikropyle nach oben, bei aufsteigender Samenanlage Funiculus innen und Mikropyle nach unten) (Abb. 333, Fig. 1 und 2) und epitrop (vgl. Abb. 333, Fig. 3 und 4); ist die Stellung im gleichen Fruchtknotenfach wechselnd, so nennt man die Samenanlagen heterotrop[15]).

Bei den Monochlamydeen, Dialypetaleen und Monocotyledonen herrschen Samenanlagen mit vielzelligem, kräftigen Nucellus vor („Dico-

[15]) Vgl. Agardh J. G., Theor. syst. plant. 1858. — Warming E., Observ. s. l. val. syst. d. l'ovule. 1913.

tyledones crassinucellées“, Van Tieghem, „eusporangiate Ovula“, Warming), bei Sympetalen und überhaupt bei abgeleiteten Formen findet sich häufig ein relativ wenigzelliger, manchmal nur aus einer Oberhaut und einer zentralen Zellreihe bestehender Nucellus („D. tenuinucellées“, „leptosporangiate Ovula“).

Viel erörtert wurde die Frage[16]), in welchen genetischen Beziehungen die Samenanlagen zu den Fruchtknotenblättern stehen. Die Frage wurde je nach der Stellungnahme zur Herkunft des Fruchtknotenblattes überhaupt und je nach der Deutung ontogenetischer Befunde beantwortet. Insbesondere wurden jene Fälle erörtert, in welchen Samenanlagen — einzeln oder in größerer Zahl auf eigenen Plazenten — aus dem Grunde des Fruchtknotens, gewissermaßen als direkte Fortsetzung der Achse in die Fruchtknotenhöhlung hineinragen; hier warf sich die Frage auf, ob es „achsenbürtige“ Samenanlagen gibt, oder ob alle Samenanlagen den Fruchtknotenblättern entspringen. Zweifellos sind in den meisten Fällen genetische Beziehungen zwischen den Samenanlagen und den Fruchtknotenblättern festzustellen; anderseits gibt es aber sicher Fälle, in denen nur in sehr gesuchter Weise solche Beziehungen konstruiert werden können (u. a. viele Monochlamydeen), in denen die Samenanlagen aus der Achse in der Achsel des Fruchtknotenblattes oder aus einer die Fortsetzung der Achse darstellenden Plazenta entspringen. Bei Erörterung der ganzen Frage ist auch in Betracht zu ziehen, daß, nachdem einmal der die Samenanlagen bergende Fruchtknoten entstanden war, sich in demselben Stellungsverhältnisse herausbilden konnten, die gar nicht mehr in Vergleich mit den morphologischen Verhältnissen eines Blattes gezogen werden können.

Form und Stellung der Samenanlagen stehen mit dem Befruchtungsvorgange in innigstem Zusammenhange; sie bewirken zumeist, daß die Mikropyle der Samenanlage an eine Stelle zu liegen kommt, an welcher sie der aus dem Griffelgewebe oder Leitgewebe des Fruchtknotens austretende Pollenschlauch zu erreichen vermag. Die Zahl der Integumente ist vielfach für große Gruppen konstant (2 bei den meisten Monocotyledonen und dialypetalen Dicotyledonen, bei den *Primulales* und *Plumbaginales;* 1 bei den meisten Sympetalen, bei Monochlamydeen, Umbelliferen usw.); in anderen Fällen

---

[16]) Über die ganze Frage, sowie über den Bau der Fruchtknotenblätter und Samenanlagen überhaupt vgl. die auf S. 393 angegebene Literatur, ferner: Schleiden M. J., Über Bildung des Eichens u. Entstehung des Embryos bei den Phanerogamen. Nova Acta Leop. Carol. Acad., XIX., 1839. — Peyritsch J., Zur Teratologie der Ovula. Festschr. d. k. k. zool.-bot. Ges. Wien, 1876. — Čelakovský L., Über die morphologische Bedeutung der Samenknospen. Flora 1874; Vergleichende Darstellung der Plazenten in den Fruchtkn. d. Phanerog., Abh. k. böhm. Ges. d. Wissensch., 6. Folge, Bd. VIII, 1877. — Warming E., De l'ovule. Ann. sc. nat., Bot., sér. VI, tom. 5, 1877; Observ. s. l. val. syst. de l'ovule. Kopenhagen, 1913. — Schäfer B., Beitr. zur Entwicklungsg. d. Fruchtknotens und der Plazenten. Flora, LXXIII., 1890. — Van Tieghem Ph., L'œuf d. pl. consid. comme base de l. elassific. Ann. sc. nat., Bot., sér. VIII, tom. 14, 1901. — Vermoesen C., Contrib. à l'étude de l'Ovule, etc. La Cellule, t. XXVII, Louvain 1911.

wechselt sie innerhalb enger Verwandtschaftskreise (*Ranunculaceae, Rosaceae*); vollständiges Fehlen der Integumente ist in der Regel eine Rück-

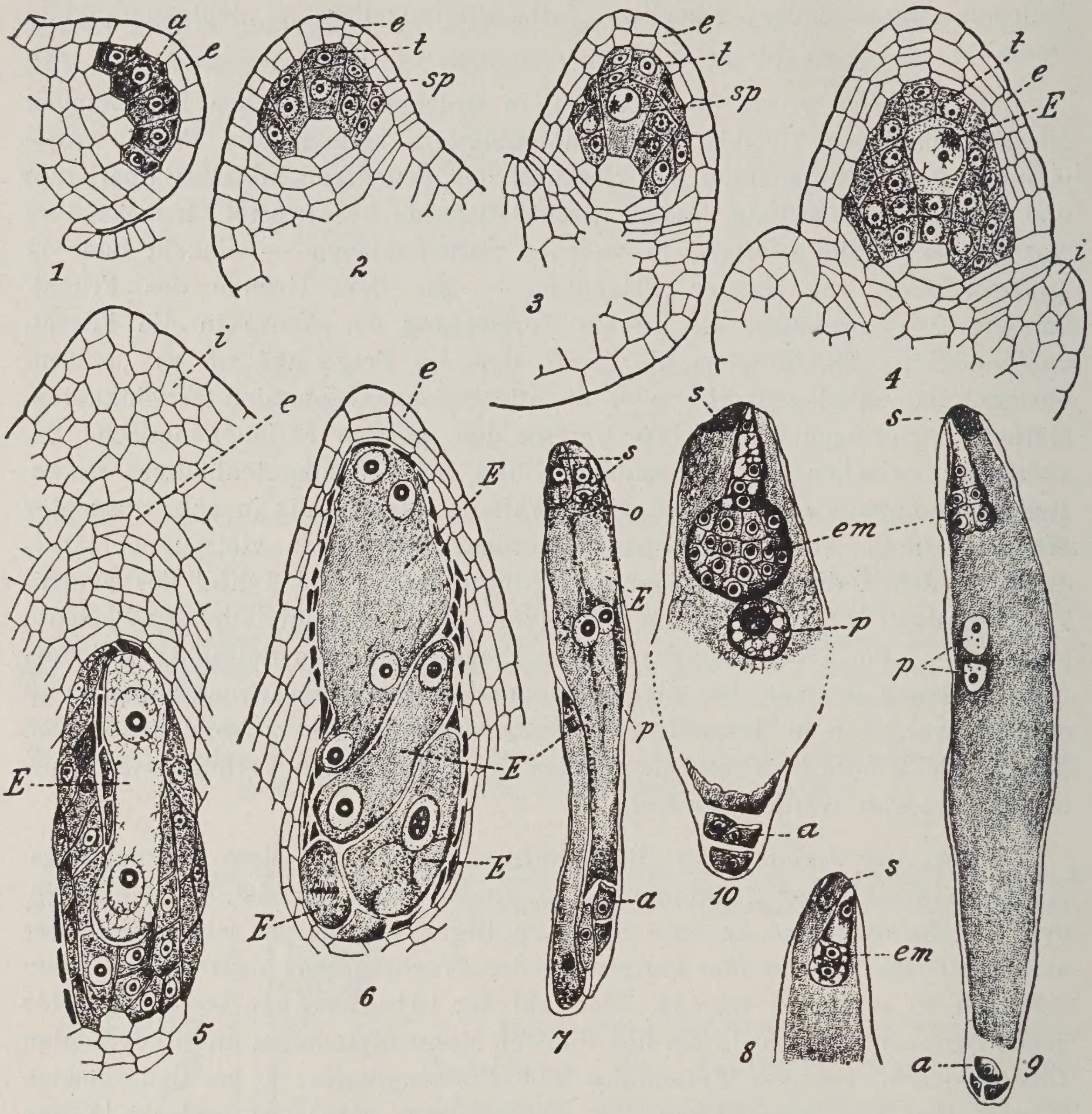


Abb. 334. Entwicklung der Samenanlage, des Embryosackes und des Embryos von *Alchemilla*. — Fig. 1—5. Entwicklung des Embryosackes; *e* Epidermis und aus derselben hervorgegangene Wandschicht, *a* Archespor, *t* Tapetum, *sp* (resp. in Fig. 4 u. 5 *E*) sporogene Zelle, *i* Integument. — Fig. 6. Nucellus mit (abnormerweise) 4 Embryosackanlagen *E*. — Fig. 7. Ein normaler und (links) ein verkümmerter Embryosack; *o* Eizelle, *s* Synergiden, *a* Antipoden, *p* Polkerne. — Fig. 8—10. Embryosäcke mit Embryobildung *em*; Bezeichnungen sonst wie in Fig. 7. — Fig. 1—6 480fach, 7—10 290fach vergr. — Nach Murbeck.

bildungserscheinung (*Santalaceae, Loranthaceae, Balanophoraceae, Olacaceae*, saprophytische *Gentianaceae, Crinum*-Arten u. a.). Die Mikropyle fehlt bei *Alchemilla, Hippuris, Trapella, Humulus, Cannabis, Ficus* u. a.

Für die Entwicklung der Samenanlagen[17]) gilt im allgemeinen das auf S. 397 Mitgeteilte, das hier durch die Abbildungen 334 u. 335 erläutert werden soll.

Hierzu sei noch folgendes bemerkt: In der Regel (Normaltypus) verläuft die Entwicklung des Embryosackes in folgender Weise: Diejenige Zelle des sporogenen Gewebes im Nucellus, welche den Embryosack liefert, erfährt eine Vierteilung (Tetradenteilung) und eine dieser 4 Zellen wird zum Embryosack (Abb. 335, Fig. 1 bis 3). Die Lage dieser Zelle ist wechselnd,

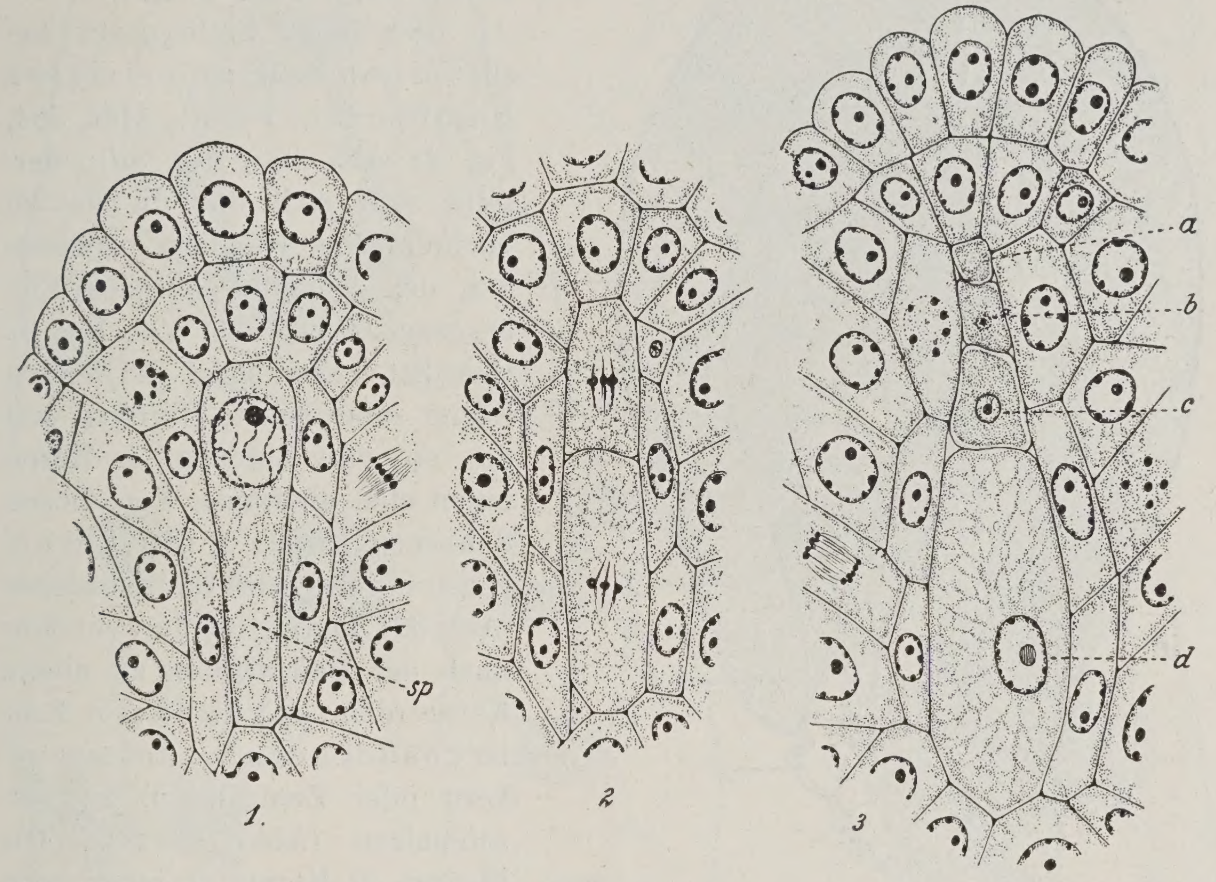


Abb. 335. Bildung des Embryosackes in der Samenanlage von *Canna indica*. Tetradenteilung der Mutterzelle (Fig. 1 *sp*). Die 4 Zellen *a—d* in Fig. 3 entsprechen den 4 Sporen einer Makrosporenmutterzelle. — Vergr. — Nach Wiegand.

am häufigsten ist es die unterste (der Chalaza zugewendete). Jede Embryosackmutterzelle ist vollkommen homolog den S. 482 erwähnten „Pollen-

[17]) Wegen der ungemein umfangreichen Literatur über Bau und Entwicklung der Samenanlage und speziell des Embryosackes vgl. Coulter J. M. and Chamberlain Ch. J., Morphol. of Angiosp. 1903 u, 1908. — Ernst A., Ergebn. neuer. Unters. üb. d. Embryos. Verh. schweiz. naturf. Ges., 1908. — Guérin P., Les connaiss. act. sur la fécond. chez les Phan. Paris 1904. — Coulter J. M., Relat. of Megasp. to Embryos. in Angiosp. Bot. Gaz., XLVI., 1908. — Palm B., Stud. üb. Konstrukt. u. Entw. d. Embryos. Stockholm, 1915. — Dahlgren K. V. O., Der Embryos. v. *Plumbagella.*, Ark. f. Bot. 14., 1915. — Claussen P., Bemerkung. zu der Arbeit Dahlgrens. Ber. d. d. bot. Ges., 1919. — Rutgers J. L., The fem. gamet. of Angiosp. Dissert. Utrecht, 1923; Reliqu. Treubianae. Embryosac of *Moringa*. Ann. Jard. bot. Buitenz., XXXIII., 1923. — Goebel K., Organogr., 2. Aufl., III. 3., 1923.

mutterzellen“ in den Antherenanlagen, die gleichfalls eine Vierteilung erfahren, und ebenso den Makrosporenmutterzellen der Pteridophyten. Nicht selten wird in einem Nucellus mehr als ein Embryosack angelegt (*Casuarina*, *Fagaceae*, *Betulaceae*, *Juglandaceae*, *Salicaceae*, *Rosaceae*, *Ranunculaceae*[18]) u. a.; vgl. auch Abb. 334, Fig. 6 und 7); doch kommt dann in der Regel nur einer zur weiteren Entwicklung. Fortentwicklung von 2 oder mehreren Embryosäcken kann eine der Ursachen der Polyembryonie werden (vgl. auch S. 504).

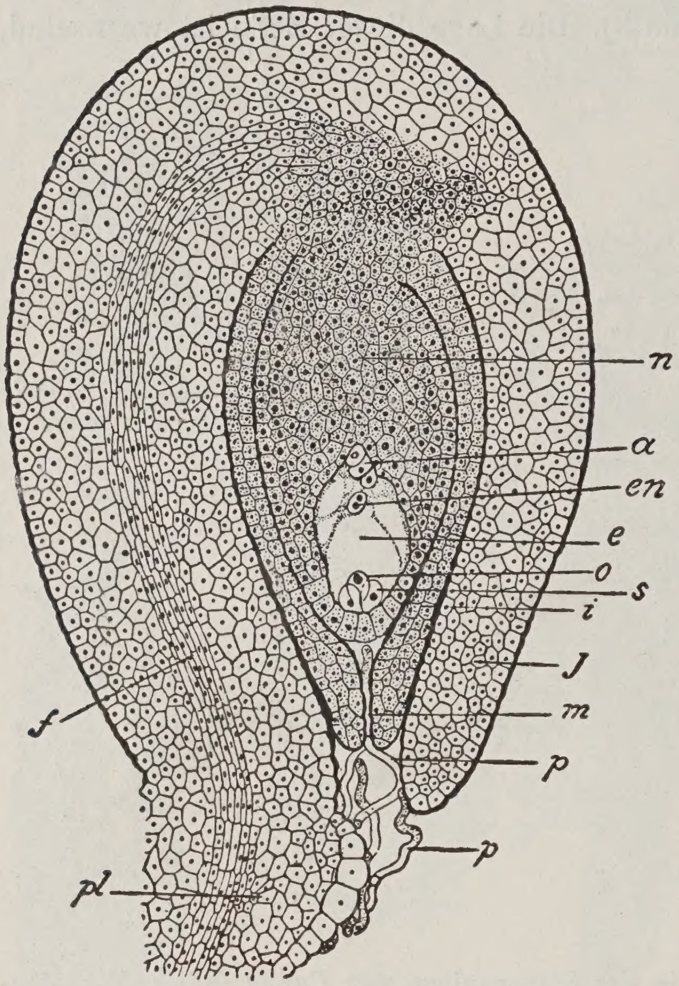


Abb. 336. Anatrope Samenanlage von *Iris sibirica* im Längsschnitte; *J* äußeres, *i* inneres Integument, *f* Funiculus, *pl* Plazenta, *n* Nucellus, *m* Mikropyle, *p* Pollenschläuche, *e* Embryosack, *o* Eizelle, *s* Synergiden, *a* Antipoden, *en* Polkerne. — Stark vergr. — Modif. nach Dodel-Port.

Der junge Embryosack besitzt einen Zellkern (primärer Embryosackkern, Abb. 334, Fig. 4; Abb. 335, Fig. 3*d*); derselbe teilt sich und die beiden Tochterkerne wandern gewöhnlich den beiden Polen des Embryosackes zu (Abb. 334, Fig. 5). Daselbst erfährt jeder der beiden Kerne eine zweite Teilung und die so entstandenen 4 Kerne teilen sich abermals. Von diesen 8 Kernen rücken 2 (Polkerne) gegen die Mitte des Embryosackes (Abb. 334, Fig. 7*p*), um dort vor oder nach der Befruchtung zu einem Kerne (dem sekundären Embryosackkern, Endospermkern oder Zentralkern) zu verschmelzen (Abb. 336*en*). Die übrigen 6 Kerne umgeben sich mit Plasmahüllen und meist auch mit Membranen und werden so zu Zellen, von denen 3 an dem der Mikropyle zugewendeten Pole den Eiapparat bilden, während die 3 anderen am entgegengesetzten Pole die Antipoden liefern (Abb. 334, Fig. 7, 9, 10*a*; Abb. 336*a*). Der Eiapparat besteht aus der Eizelle (Abb. 334, Fig. 7*o*, Abb. 336*o*) und den 2 Synergiden (*s*). Letztere spielen bei der Befruchtung insoferne eine Rolle, als sie chemotropisch das Wachstum der Pollenschläuche mit beeinflussen und den Zutritt derselben zu der Eizelle und zu dem Embryosack vermitteln. Die Antipoden stellen einen

[18]) Vgl. auch die Zusammenstellung in Coulter J. M. and Chamberlain Ch. J., Morph. of Angiosp., 1903, p. 61.

ernährungsphysiologischen Apparat dar, der die Ernährung des Embryosackes und seiner Teile, respektive die des Embryo, vermittelt.

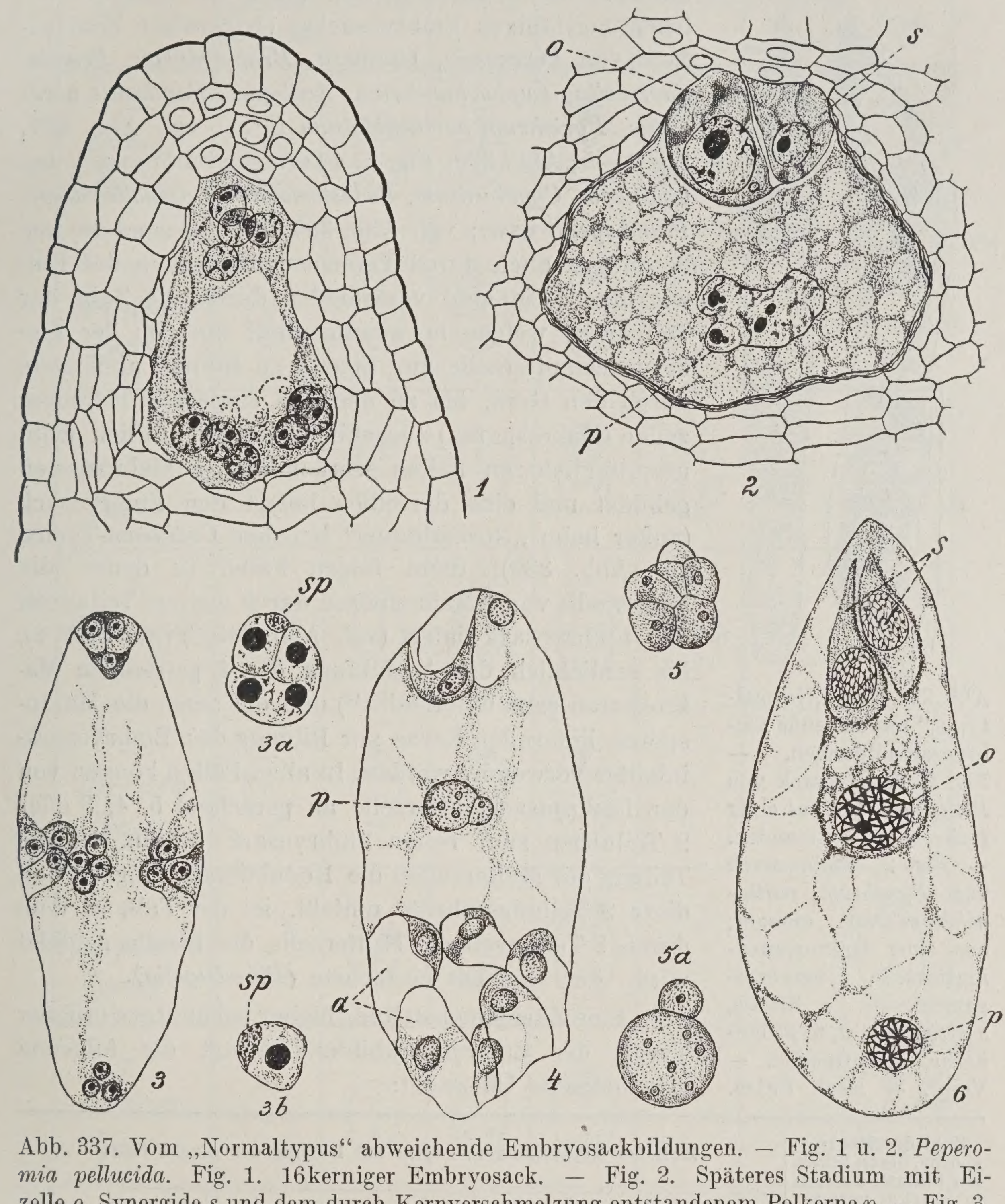


Abb. 337. Vom „Normaltypus" abweichende Embryosackbildungen. — Fig. 1 u. 2. *Peperomia pellucida.* Fig. 1. 16kerniger Embryosack. — Fig. 2. Späteres Stadium mit Eizelle *o*, Synergide *s* und dem durch Kernverschmelzung entstandenem Polkerne *p*. — Fig. 3. Reifer Embryosack von *Euphorbia procera*; 4 Gruppen von je 3 Zellen und 4 Polkerne; Fig. 3*a*. 4 Polkerne mit dem Spermakerne *sp*; Fig. 3*b*. Eizelle mit Spermakern *sp*. — Fig. 4 und 5. *Gunnera macrophylla.* Fig. 4 Embryosack mit Eiapparat, 6 Antipoden und dem durch Kernverschmelzung entstandenen Polkerne *p*; Fig. 5 Verschmelzung der 6 vom Antipodenende herrührenden Polkerne; Fig. 5*a* Vereinigung dieses Verschmelzungsproduktes mit dem oberen Polkerne. — Fig. 6. Embryosack von *Cypripedium parviflorum*; *o* Eizelle, *s* Synergiden, *p* Polkern. — Stark vergr. — Fig. 1 u. 2 nach D. S. Johnson, 3 nach Modilewski, 4 u. 5 nach Ernst, 6 nach J. Pace.

Außer diesem Normaltypus des Embryosackes sind in den letzten Jahrzehnten zahlreiche abweichende Typen bekannt geworden. Dieselben unterscheiden sich nicht nur durch den Bau des befruchtungsfähigen Embryosackes (16kerniger Embryosack von *Peperomia, Gunnera, Brachysiphon, Penaea, Sarcocolla, Euphorbia*-Arten, *Acalypha, Pandanus coronatus, Pyrethrum parthenifolium* u. a.; vgl. Abb. 337, Fig. 1—5; Abb. 338, Fig. 2; 4kerniger Embryosack bei *Codiaeum, Cypripedium, Podostemonaceae, Oenotheraceae, Plumbagella* usw.; vgl. Abb. 337, Fig. 6), sondern insbesondere auch durch Verschiedenheiten in der Entwicklung. Sie sind verschieden durch die Zahl der Teilungen, welche notwendig sind, um von der Embryosackmutterzelle zur Eizelle zu führen, anderseits durch den Grad, bis zu dem die einzelnen Tetradenzellen (Makrosporen) ausgebildet werden. In den wohl ursprünglicheren Fällen werden alle 4 Makrosporen gebildet und eine derselben liefert den Embryosack (außer beim „Normaltypus" bei dem *Codiaeum*-Typus, vgl. Abb. 339); dann folgen Fälle, in denen die Mutterzelle von 2 Makrosporen durch weitere Teilungen den Embryosack liefert (vgl. Abb. 339, Typus 3, 5, 6), bis schließlich die Ausbildung der 4 getrennten Makrosporen ganz unterbleibt[19]) und die sonst die Makrosporen liefernden Kerne zur Bildung des Embryosackinhaltes verwendet werden. In allen Fällen können von der Embryosackmutterzelle an gerechnet 5, 4, 3 oder 2 Teilungen zum reifen Embryosack führen. Da die Teilung der Mutterzellen die Reduktionsteilung ist und diese 2 Teilungsschritte umfaßt, ist der Fall, in dem durch 2 Teilungen der Mutterzelle die Eizelle gebildet wird, der denkbar einfachste *(Plumbagella)*.

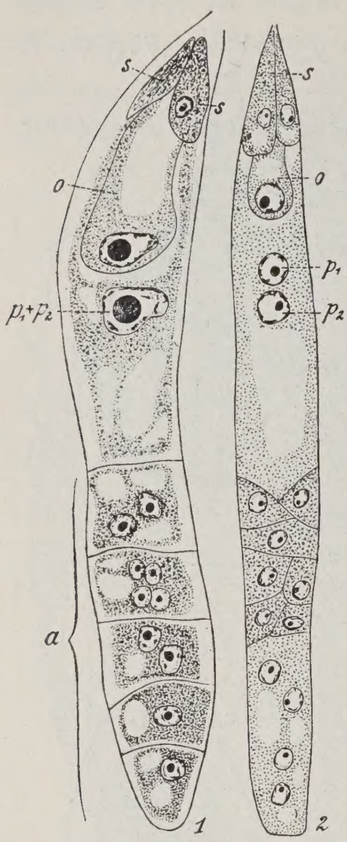


Abb. 338. Vom „Normaltypus" abweichende Embryosackbildungen. — Fig. 1. Embryosack von *Bellis perennis*, aus einer Makrospore entstanden. — Fig. 2. Embryosack von *Pyrethrum parthenifolium* var. *aureum*; aus einer Makrosporenmutterzelle hervorgegangen. — *o* Eizelle, *s* Synergide, p_1 u. p_2 Polkerne, *a* Antipoden. — Vergr. — Nach Palm.

Eine Zusammenstellung bisher bekanntgewordener Typen der Embryosackbildung bringt die folgende schematische Übersicht:

Zahl der Makrosporen, deren Inhalt zur Bildung des Embryosackes verwendet wird	Zahl der Kernteilungen, welche zur Bildung der Eizelle führt			
	5	4	3	2
1	Normaltypus	*Codiaeum*-Typus	*Dicraea*-Typus	
2		*Scilla*-Typus	*Cypripedium*-T.	
4		*Peperomia*-Typus	*Lilium*-Typus	*Plumbagella*-Typ.

[19]) Für die Fälle, in welchen die Differenzierung der Makrosporen unterbleibt und der ganze Inhalt der Makrosporenmutterzelle zur Embryosackbildung verwendet wird, hat Goebel die Bezeichnung „Cöno-Makrospore" vorgeschlagen.

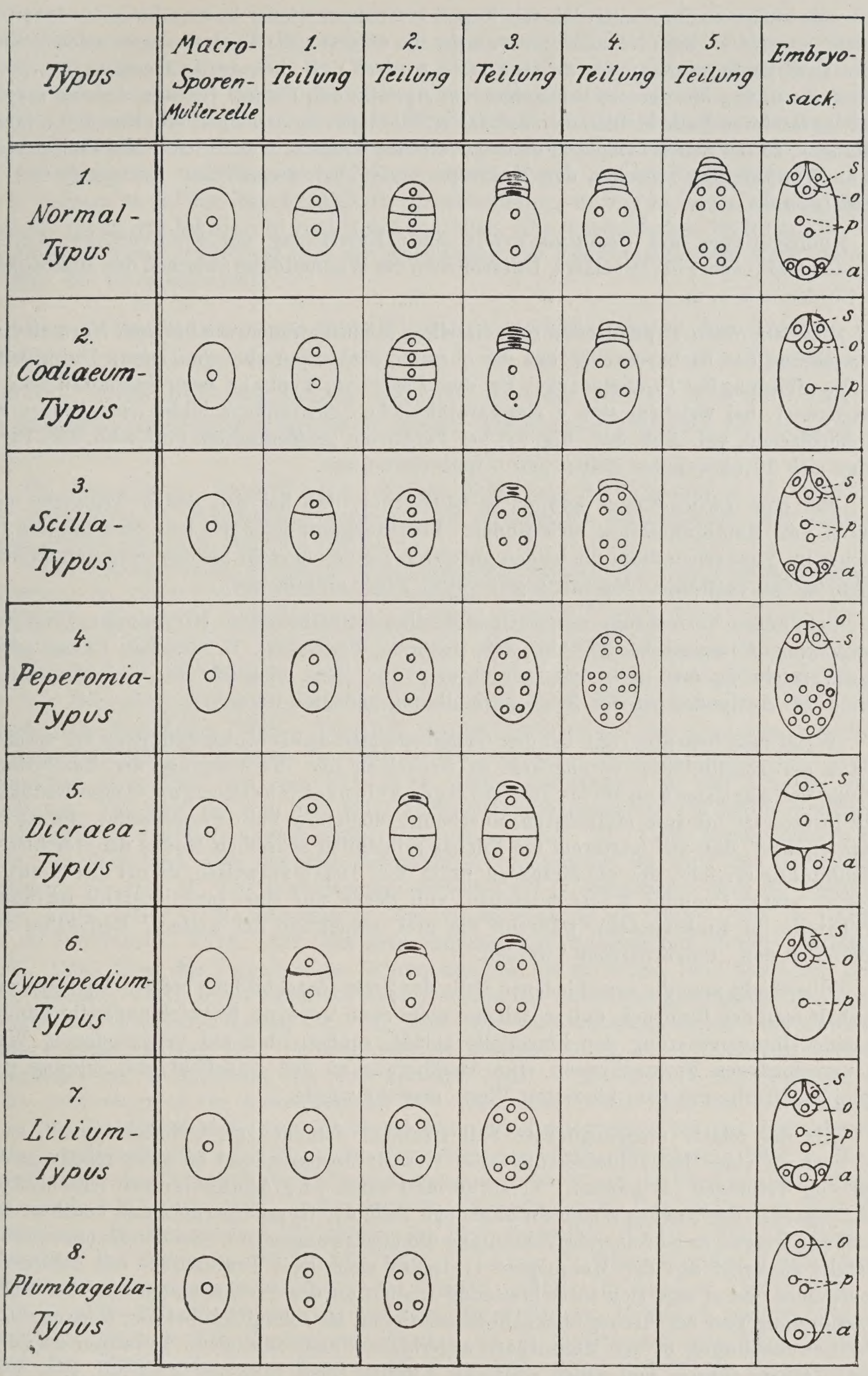


Abb. 339. Übersicht verschiedener Typen, nach denen bei den Angiospermen die Entwicklung des ♀ Gametophyten verläuft. — *o* Eizelle, *s* Synergide, *p* Polkern, *a* Antipode.

Die einzelnen, hier aufgeführten Typen erscheinen wieder in verschiedenen Modifikationen. So wird bei dem Normaltypus zumeist die unterste, der Chalaza zugewendete Makrospore zum Embryosacke; die zweitunterste wird es z. B. bei *Aralia racemosa*, *Colchicum autumnale* u. a.; die oberste bei *Anthurium crystallinum*, *Carica*, *Cytinus*, *Senecio vulgaris* u. a. Im letzteren Falle bleiben die chalazalen Makrosporen manchmal erhalten und erfahren Teilungen, so bei *Senecio vulgaris*, *Solidago serotina*, *Trapella* u. a. In manchen Fällen unterbleibt Wandbildung zwischen den Makrosporen, so bei *Avena fatua*, *Cornus florida*, *Asperula odorata* u. a.

Modifikationen des *Codiaeum*-Typus sind: Entstehung des Embryosackes aus der obersten Makrospore bei *Oenothera*, Unterbleiben der Wandbildung zwischen den Makrosporen bei *Clintonia* u. a. m.

Bei dem *Scilla*-Typus finden sich dieselben Modifikationen wie bei dem Normaltypus: Entwicklung des Embryosackes aus der obersten Makrospore bei *Smilacina*, Unterbleiben der Wandbildung bei *Tanacetum* usw. Bei dem *Peperomia*-Typus ist jener Spezialfall sehr beachtenswert, bei welchem sich 4 eiapparatähnliche Zellkomplexe bilden (bei *Penaea* und Euphorbiaceen, vgl. Abb. 337, Fig. 3); bei *Pyrethrum parthenifolium* (vgl. Abb. 338, Fig. 2) finden sich 10 umwandete Zellen und 6 freie Kerne usw.

Bei dem *Lilium*-Typus kommt es häufig vor, daß bei den ersten Teilungen noch Spuren von Membranbildung sich finden. Beachtenswert ist auch jene Modifikation, bei welcher im Vierkernstadium die beiden untersten Kerne ungeteilt bleiben, wodurch 6kernige Embryosäcke entstehen (*Myricaria germanica*, *Piper subpeltatum*).

Sekundäre Vermehrung der Antipodenzellen ist nicht selten (Gramineen, *Triglochin*, *Sparganium*, Compositen, vgl. Abb. 338, *Gentiana*, *Pandanus*). In manchen Fällen erfolgt diese Vermehrung erst nach der Befruchtung und kann vielleicht im Sinn der Anteilnahme der Antipoden an der Endospermbildung gedeutet werden.

Wenn man beachtet, daß bei den Gymnospermen zahlreiche Teilungen der Gametophyten der Eizellbildung vorangehen, so erscheinen uns die Vorgänge der Embryosackbildung der Angiospermen als fortgesetzte Reduktionserscheinungen. Diese Reduktion wird fortgesetzt bis zum einfachsten, überhaupt möglichen Fall (*Plumbagella*). Es ist sehr beachtenswert, daß mit letzterem die Pflanze schließlich denselben Modus der Geschlechtszellenbildung erreicht, den die Metazoen unter den Tieren aufweisen, da bei diesen aus der Ovocyte erster Ordnung 4 Eier entstehen, von denen nur eines funktionsfähig ist (analog der Eizelle im Embryosack), während die drei, respektive bei weiterer Reduktion zwei anderen zu den „Polkörperchen" werden.

Überblickt man die verschiedenen Fälle der Embryosackbildung bei den Angiospermen, so erhält man den Eindruck, daß es sich hier nicht etwa um eine Entwicklungsreihe handelt, die eine Homologisierung der Einzelfälle zuläßt, sondern daß auf verschiedenem Wege, bei verschiedenen Formenkreisen eine Annäherung an den Endeffekt, die Bildung einer haploiden Eizelle auf dem kürzesten Wege, erreicht wurde.

Als der relativ ursprünglichste Fall erscheint demnach der „Normaltypus", da es hier noch zu einer Individualisierung aller vier Makrosporen und zu einer relativ großen Zahl von Teilungen (5) kommt. Versucht man einen phylogenetischen Anschluß des Embryosackes der Angiospermen an homologe Teile der Gymnospermen und beachtet man das eben Gesagte, so ist folgende Vorstellung die ungezwungendste. Bei den Gymnospermen entsteht zunächst aus der Makrospore typisches vielzelliges Prothallium mit zahlreichen Archegonien, dann läßt sich fortschreitende Reduktion der Prothallienbildung, der Archegonienbildung und der Archegonienzahl konstatieren, bis schließlich bei den *Gnetinae* (*Gnetum*) Gewebebildung in der Makrospore unterbleibt, aber zahlreiche Teilungen zu Zellen (resp. Kernen) führen, von denen einige als Eizellen (resp. Eikerne) fungieren. Eine Fortsetzung dieses Bildungsvorganges stellt dann der Embryosack der Angiospermen dar, bei dem, wie wir sahen, die Zahl der Teilungen noch fortgesetzt abnimmt und die Zahl der Eizellen auf eine reduziert wird.

Einen Versuch, noch weitergehend die Homologisierung auf einzelne Teile des Embryosackes zu erstrecken, hat Porsch[19a]) unternommen. Nach ihm sind bei dem „Normaltypus" (8kerniger Embryosack) im Embryosacke zwei Archegonien vorhanden, so daß also der ganze weibliche Gametophyt der Gymnospermen auf zwei Archegonien reduziert erscheint. Eizelle, Synergiden und ein Polkern gehören genetisch dem einen Archegonium an; die Synergiden sind den Halswandzellen, der Polkern dem Bauchkanalkerne homolog. Die drei Antipoden und der zweite Polkern repräsentieren das zweite Archegonium; der zweite Polkern ist auf den Bauchkanalkern zurückzuführen, die drei anderen Zellen repräsentieren die reduzierte Eizelle und zwei Halswandzellen. Die schematischen Bilder in Abb. 340 versinnlichen diese Vorstellung von der Entstehung des Embryosackes der Angiospermen aus dem der Gymnospermen.

Der Befruchtungsvorgang[20]) wird eingeleitet durch die Übertragung der Pollenkörner aus den Pollensäcken auf die Narben. Die Übertragung geschieht verhältnismäßig selten dadurch, daß die Narben mit dem Inhalte der Antheren derselben Blüte in direkte Berührung kommen (Autogamie,

---

[19a]) Porsch O., Versuch einer phylog. Erklärung des Embryos u. d. doppelten Befr. Jena 1907. — Vgl. auch Ernst A., Zur Phylogenie des Embryos der Angiosp. Ber. d. d. bot. Ges., Bd. XXVI a, 1908.

[20]) Literatur über Befruchtung und Embryobildung der Angiospermen: Radlkofer L., Die Befruchtung der Phanerogamen. Leipzig 1856. — Hofmeister W., Neue Beiträge zur Kenntn. d. Embryobildung der Phanerogamen. Abh. d. k. sächs. Gesellsch. d. Wissensch., VI., 1859. — Elfving F., Studien über die Pollenkörner der Angiospermen. Jenasche Zeitschr. für Naturw., XIII., 1879. — Strasburger E., Neue Untersuchungen über den Befruchtungsvorg. bei Phanerogamen, Jena 1884; Einige Bemerk. z. Frage der doppelt. Befr., Bot. Zeitg., 1900. — Treub M., Sur les Casuarinées et leur place dans le système nat. Ann. Jard. bot. de Buitenz., X., 1891. — Guignard L., Nouvelles études sur la fécondation. Ann. d. sc. nat., Bot., sér. VII., t. 14., 1891; Les découv. réc. sur la fecond. chez les veg. ang., Vol. jubil. d. l. soc. Biol. Paris, 1899; Sur les anthérozoïds et la double copulation sexuelle chez les végétaux angiospermes, Rév. gen. de Bot., XI., 1899; ferner mehrere Arbeiten desselben Verf. über doppelte Befruchtung, vgl. darüber, wie über den Gegenstand überhaupt: Guérin P., Les connaissances actuelles sur la fécondation chez les Phanérogames, Paris, 1904. — Nawaschin S., Zur Embryobildung der Birke, Bull. de l'Acad. Imp. de St. Petersb., XIII., 1892; Ein neues Beispiel von Chalazogamie, Botan. Zentralbl., LXIII., 1895; Über das Verhalten des Pollenschlauches bei der Ulme, Bull. de l'Acad. Imp. de St. Petersb., VIII., 1898; Resultate einer Revision der Befruchtungsvorgänge bei *Lilium Martagon* und *Fritillaria tenella*, l. c., IX., 1898; Zur Entwicklungsgeschichte der Chalazogamen: *Corylus Avellana*, Bull. d. l'Acad. Imp. St. Petersb., Bd. X., Nr. 4, 1899; Üb. d. selbst. Bewegungsverm. d. Spermak., Öst. bot. Zeitschr. 1909. — Mottier D. M., Contributions to the embryology of the *Ranunculaceae*, Bot. Gaz., XX., 1895; Über das Verhalten der Kerne bei der Entwicklung des Embryosackes und die Vorgänge bei der Befruchtung, Jahrb. f. wissensch. Bot., XXXI., 1898; Fecundation in plants, Washington 1904. — Murbeck S., Über das Verhalten des Pollenschlauches und das Wesen der Chalazogamie. Lunds Univ. Årsskr., XXXVI., 1901. — Shibata K., Experimentelle Untersuchungen über die Entwicklung des Endosperms bei *Monotropa*, Biol. Zentralbl., XXII., 1902; Die Doppelbefruchtung bei *Monotropa*, Flora, XL., 1902. — Longo B., Ricerche sulle Cucurbitacee e il significato del percorso intercellulare del tubetto pollinico. R. Acad. d. Lincei, 1903. — Ernst A., Der Befruchtungsvorgang bei den Blütenpflanzen. Mitteil. d. naturw. Ges. in Winterthur, 1904, S. 200; Ergebn. neu. Unters. üb. d. Embryosack usw. Verh. schweiz. naturf. Ges., 1908; in Handw. d. Naturw., IV. Bd., 1913. — Bernard Ch., Sur l'embryogénie de quelques plantes parasites. Journ. d. Bot., XVII., 1904. — Rössler W., Ein neuer Fall d. Durchg. e. Pollenschl. d. d. Integ. Ber. d. d. bot. Ges., XXIX., 1911. — Grimm J., Entw. Unt. an *Rhus* u. *Coriaria*, Flora, 104. Bd., 1912. — Berridge E. M., The origin of triple

Selbstbestäubung) (z. B. bei sogenannten kleistogamen Blüten[21]), die sich überhaupt nicht öffnen und einen reduzierten Schauapparat besitzen; dann bei vielen Blüten, bei welchen oft daneben Fremdbestäubung auch möglich ist. Sie erfolgt, entsprechend der Stellung der Angiospermen am Ende jener Entwicklungsreihe, bei der die Unabhängigkeit von der Gegenwart liquiden Wassers verhältnismäßig weit gediehen ist (vgl. S. 278), in der Regel durch den Wind oder durch Tiere; Pollenübertragung durch das

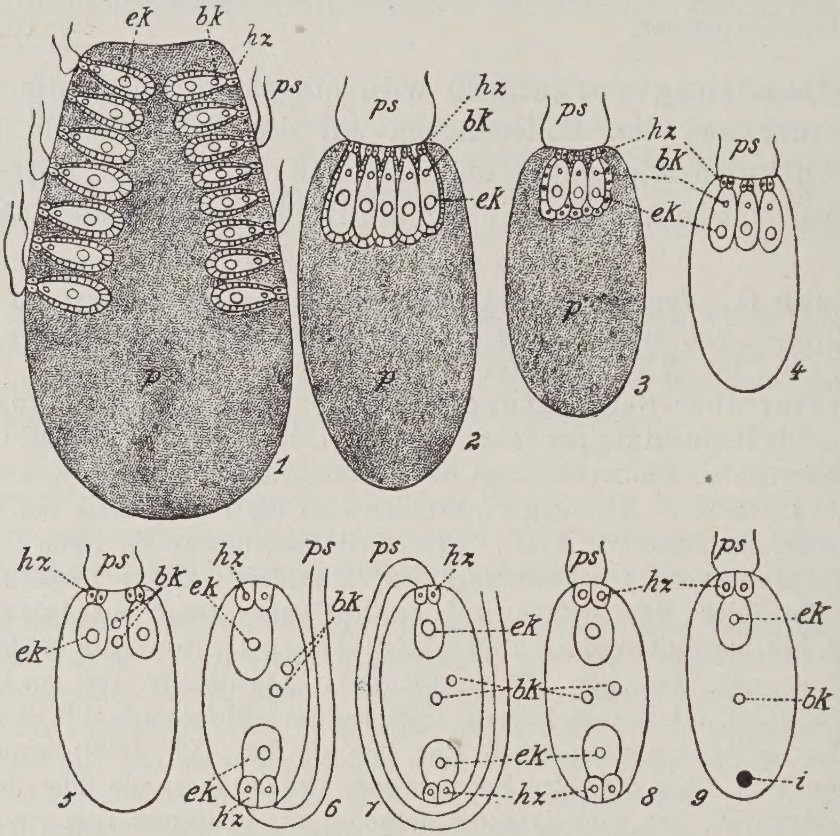


Abb. 340. Schematische Darstellung der Entstehung des Embryosackes der Angiospermen (Fig. 6—9) aus dem der Gymnospermen nach Porsch. — Fig. 1—3. Gametophyten von Gymnospermen; Fig. 1 *Sequoia*-Typus, Fig. 2 Cupressaceen-Typus, Fig. 3 *Ephedra*-Typus. — Fig. 4 u. 5. Hypothetische Zwischenformen; Fig. 5 annähernd realisiert bei *Balanophora*. — Fig. 6. *Casuarina*-Typus (Chalazogamie). — Fig. 7. *Alnus*-Typus (Übergang von der Chalazogamie zur Porogamie). — Fig. 8 und 9. Embryosäcke von Angiospermen mit Porogamie. — In allen Figuren bedeutet: *bk* Bauchkanalkern, *ek* Eikern, *hz* Halswandzellen, *p* Prothallium, *ps* Pollenschlauch, *i* rückgebildetes Antipodialarchegonium. — Nach Porsch.

Wasser geschieht nur bei wenigen Formen, und zwar bei solchen, die sich sekundär wieder an das Wasserleben angepaßt haben. Dabei wird der Pollen

---

fus. New Phytol., VI., 1917. — Juel H. O. in K. Sv. Vetensk. Handl., Bd. 58, 1918. — Literaturzusammenstellungen in Handwörterb. d. Naturw., IV. Bd., 1913, Artikel von Ernst u. Fitting. — Tischler G. Allg. Pflanzenkaryol. 1922.

[21]) Goebel K., Die kleistogamen Blüten und die Anpassungstheorien, Biol. Zentralbl., XXIV. Bd., 1905; Chasmog. u. kleistog. Blüten bei *Viola*, Flora, Ergbd. 1905. — Ritzerow H., Üb. Bau u. Befrucht. kleistog. Blüten. Flora, XCVIII., 1907.

entweder auf die Narbe einer anderen Blüte desselben Individuums übertragen (Geitonogamie, Nachbarbestäubung) oder auf die einer Blüte eines anderen Individuums (Xenogamie, Fremdbestäubung)[21a]. Mit der Pollenübertragung steht die Ausbildung der ganzen Blüte im innigsten Zusammenhange und insoferne, als verschiedene Arten dieser Übertragung verschiedenen Stufen der Entwicklung entsprechen, ist die Beachtung dieses Zusammenhanges bei der systematischen Einteilung der Angiospermen von großer Wichtigkeit. Die unendlich mannigfaltigen und komplizierten Blüteneinrichtungen, welche der Ermöglichung, beziehungsweise Sicherstellung der Befruchtung dienen, können hier nicht ausführlich besprochen werden, sie bilden den Gegenstand einer ganzen botanischen Disziplin, der Blütenökologie[22], die noch ein großes Arbeitsfeld hat, insbesondere, wenn sie eine Vertiefung nach der histologischen und physiologischen Seite erfährt. Im allgemeinen weisen die bisherigen Erfahrungen darauf hin, daß sich die Angiospermen immer mehr der Xenogamie angepaßt haben, daß Autogamie zumeist als Ersatzvorgang bei ausbleibender Xenogamie eintritt.

Das auf die Narbe gelangte Pollenkorn treibt in allen Fällen einen Pollenschlauch (Abb. 341), in den zunächst der vegetative Kern des Pollenkornes eintritt. Hinter ihm folgt der generative Kern oder es folgen die beiden generativen Kerne, wenn die Teilung bereits erfolgt ist. Der Pollenschlauch wächst in allen Fällen der Eizelle zu. Dabei wächst er entweder direkt durch die Gewebe der Narbe und des Griffels, sich auf Kosten derselben ernährend, oder durch ein besonderes Leitgewebe oder durch einen kanalartigen Gang, den Griffelkanal, der von einem die Leitung und Ernährung des Pollenschlauches vermittelnden Gewebe ausgekleidet ist[23]. Der dabei vom Pollenschlauche zurückzulegende Weg ist sehr verschieden lang; er kann die Länge von 10—20 *cm* erreichen (z. B. *Colchicum*). Die Wachstumsrichtung des Pollenschlauches wird teils durch mechanische Momente (Richtung des geringsten Widerstandes), teils durch chemische Reize bedingt[24].

[21a]) Autogamie und Geitonogamie können auch im Gegensatze zur Xenogamie als Idiogamie oder Individualbestäubung zusammengefaßt werden (vgl. Cammerloher H. in Österr. bot. Zeitschr., 1923).

[22]) Literatur vgl. S. 399; ferner Kerner A., Die Schutzmittel der Blüte gegen unberufene Gäste. Festschr. der zool.-bot. Ges. Wien, 1875. — Errera L. u. Gevaert in Bull. de la soc. botan. Belg., 1878. — Andreae E., Inwiefern werden Insekten durch Farbe und Duft angezogen? Beih. z. Bot. Zentralbl., Bd. XV, S. 429. — Porsch O., Beitr. z. histol. Blütenbiol., I u. II, Öst. bot. Zeitschr., 1905 u. 1906; Blütenbiolog. und Photographie, Öst. bot. Zeitschr., 1910; Methodik d. Blütenbiologie in Abderhalden E., Handb. d. biol. Arbeitsmeth., IX., 1922. — Scotti L., Contrib. alla biolog. fiorale. Riv. Ital. Sc. Nat., XXV., 1905; Malpighia, XIX., 1905; Ann. di Bot., II., 1905, IV., 1906, VI., 1907. — Warming E., The Struct. and Biol. of Arct. flow. pl. Meddel. Grönl., Vol. XXXVI., 1909. — Knoll F., Insekten u. Blumen. Abh. d. zool.-bot. Ges. Wien, I., 1921; II., 1923.

[23]) Dalmer M., Über die Leitung der Pollenschläuche bei den Angiospermen. Jenaische Zeitschr. für Naturw., Bd. XIV, Heft 4. — Capus G., Anatomie du tissu conducteur. Ann. sc. nat. Bot., sér. 6, tom. VII, 1878.

[24]) Vgl. Molisch H., Zur Physiologie des Pollens. Sitzungsber. d. Wien. Akad., m.-n. Kl., Bd. CII, 1893. — Miyoshi M., Über Reizbewegungen der Pollenschläuche, Flora, Bd. 78, 1894.

Das Wachstum des Pollenschlauches durch Narbe, Griffel und einen Teil des Fruchtknotens ist ein Vorgang, der erst durch die Bildung des Fruchtknotens der Angiospermen ermöglicht, respektive notwendig wurde; dem verschiedenen Grade der Ausbildung dieses Vorganges kommt darum phylogenetische Wichtig-

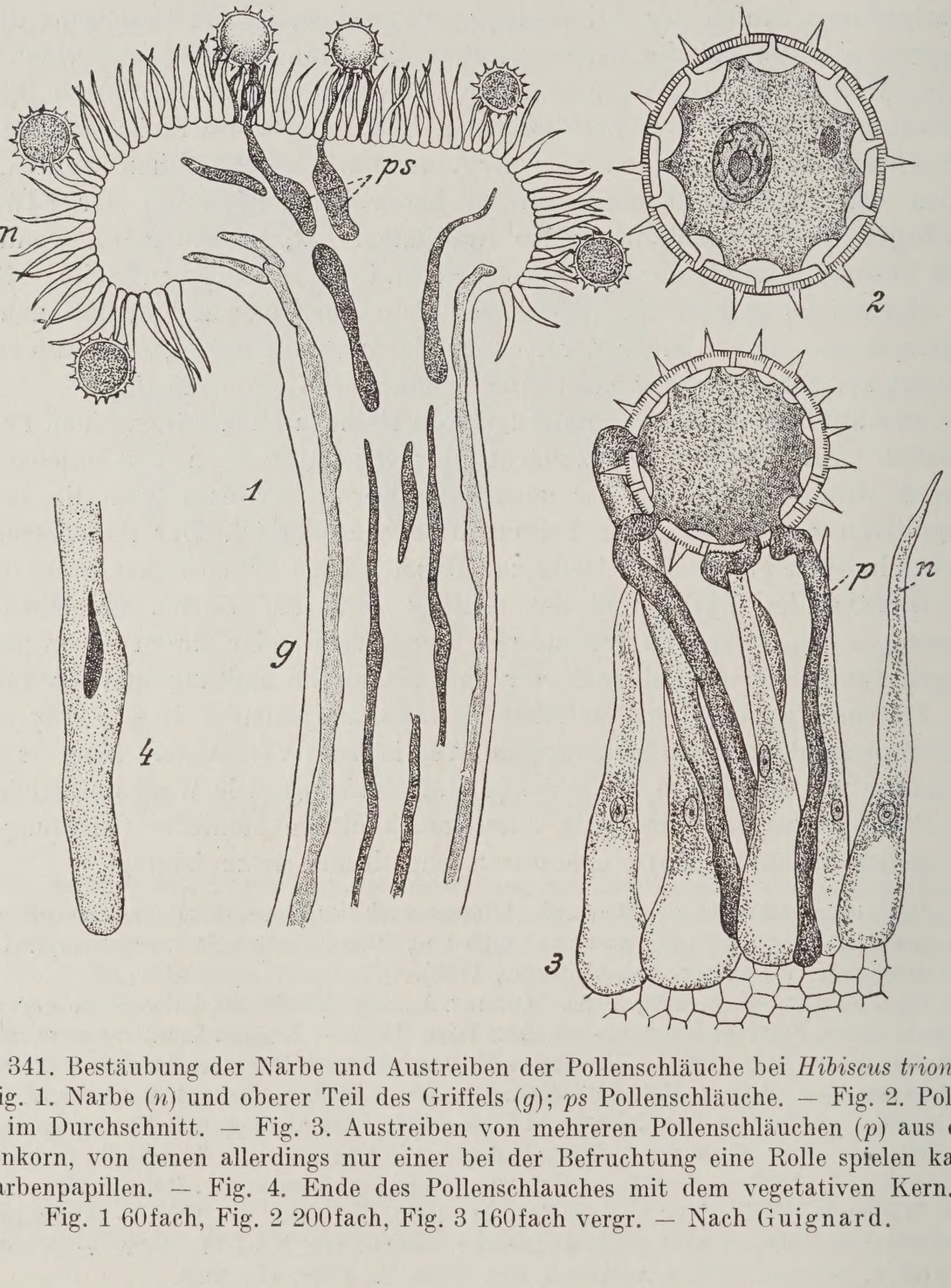


Abb. 341. Bestäubung der Narbe und Austreiben der Pollenschläuche bei *Hibiscus trionum.* — Fig. 1. Narbe (*n*) und oberer Teil des Griffels (*g*); *ps* Pollenschläuche. — Fig. 2. Pollenkorn im Durchschnitt. — Fig. 3. Austreiben von mehreren Pollenschläuchen (*p*) aus dem Pollenkorn, von denen allerdings nur einer bei der Befruchtung eine Rolle spielen kann; *n* Narbenpapillen. — Fig. 4. Ende des Pollenschlauches mit dem vegetativen Kern. — Fig. 1 60fach, Fig. 2 200fach, Fig. 3 160fach vergr. — Nach Guignard.

keit zu. Bei der Mehrzahl der höher entwickelten Angiospermen verläßt der Pollenschlauch im Fruchtknoten das Leitgewebe, das ihn bis dahin führte, und wächst, oft auch Lufträume überbrückend, direkt der Mikropyle zu. Die auf diese Art eingeleitete Befruchtung wird als Porogamie bezeichnet. Daneben sehen wir bei anderen Formen, daß der Pollenschlauch diese Fähigkeit nicht be-

sitzt, sondern dauernd in Geweben weiterwächst, um auf einem oft recht weiten Umwege, nicht durch die Mikropyle, die Eizelle zu erreichen. Diese

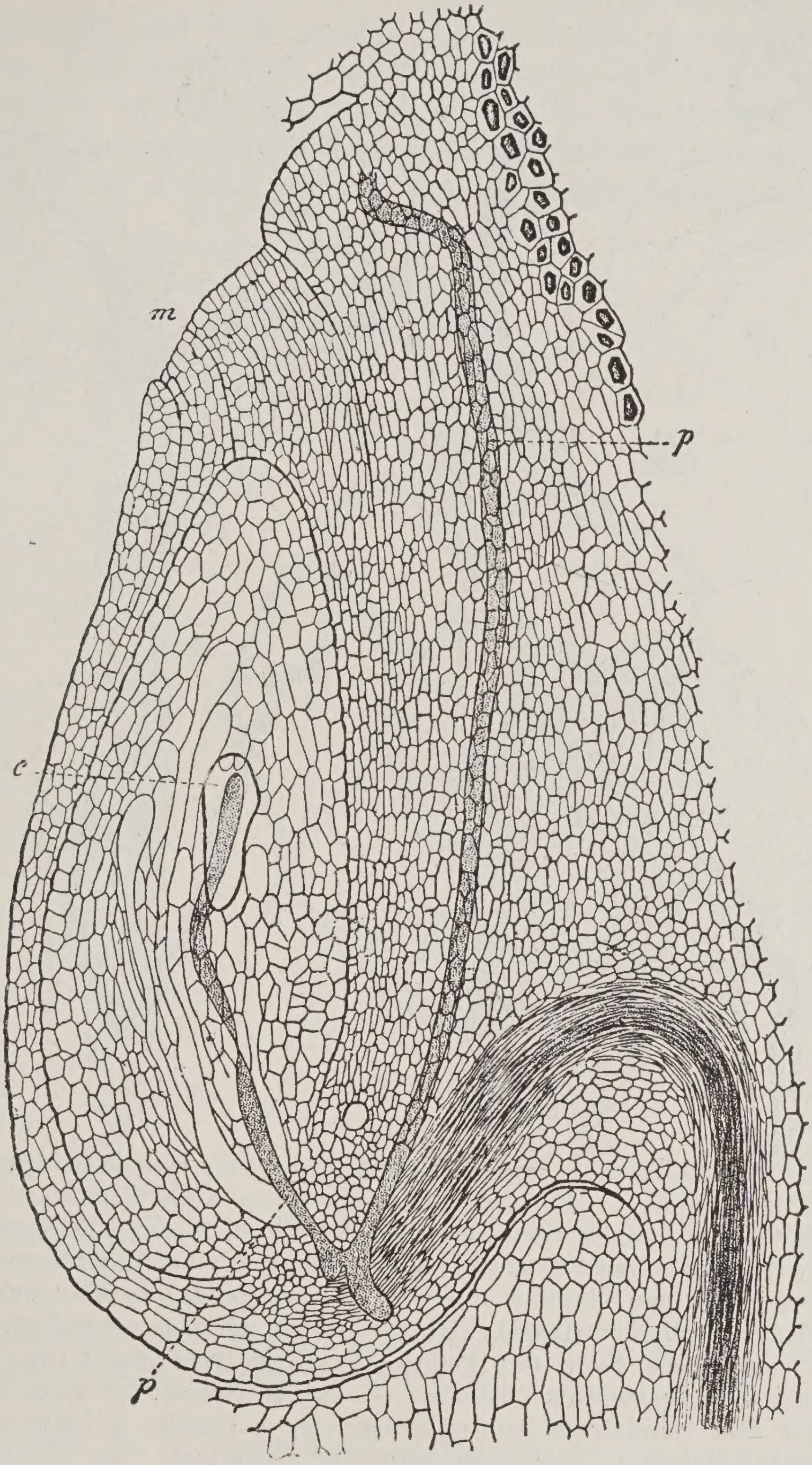


Abb. 342. Chalazogamie bei *Casuarina suberosa*. Längsschnitt durch eine Samenanlage; *p* Pollenschlauch, *m* Mikropyle, *e* Embryosack. — 120fach vergr. — Nach Treub.

Fälle seien nach Čelakovskýs Vorschlag als „Aporogamie" zusammengefaßt; vgl. Abb. 342 u. 343. Die Porogamie ist insoferne der Ausdruck einer

weit gediehenen Anpassung, als hierbei der Pollenschlauch den kürzesten Weg zur Eizelle einschlägt. Die Aporogamie dürfte — wenigstens in vielen Fällen — nicht nur mit Rücksicht auf die Länge des zurückgelegten

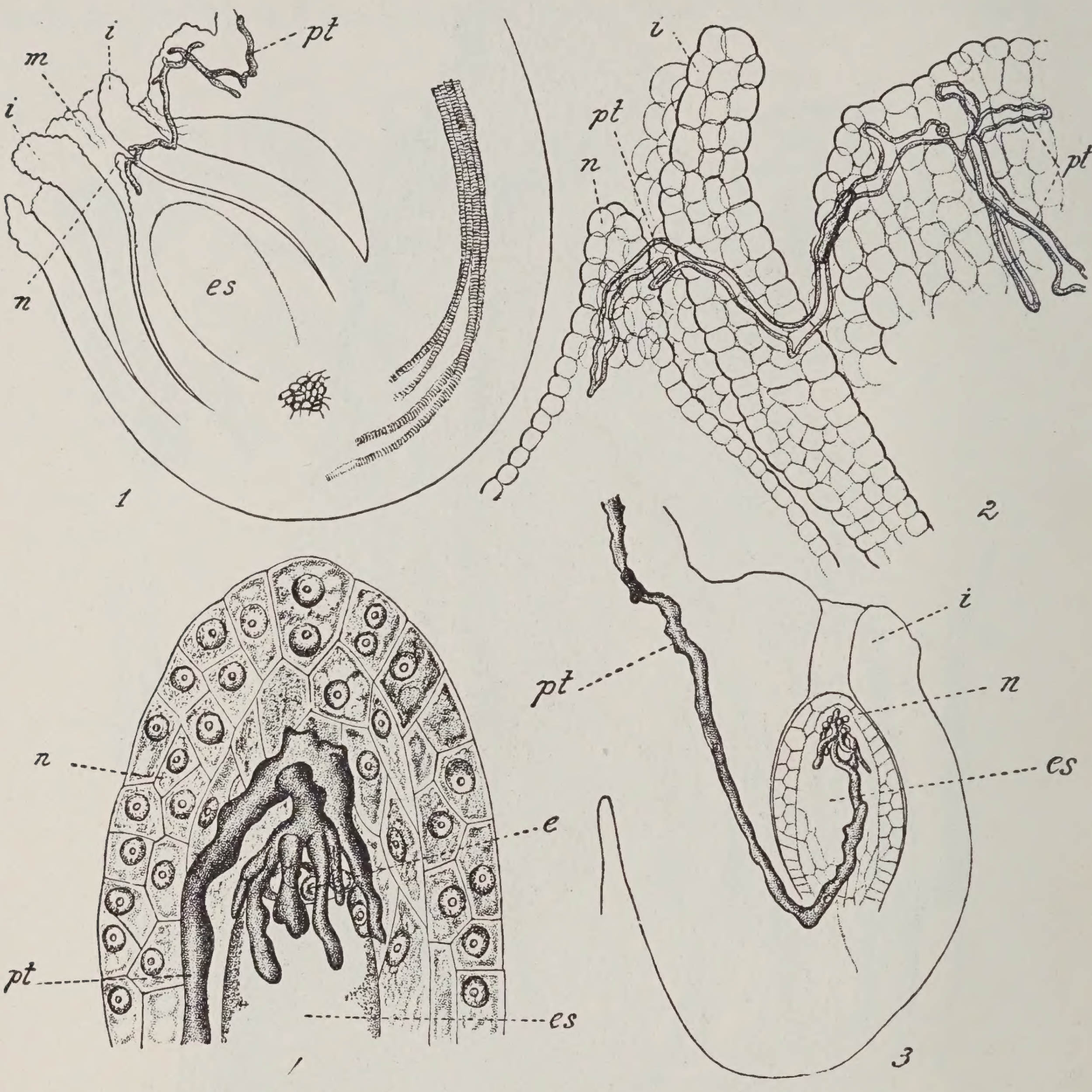


Abb. 343. Aporogamie bei der Ulme und bei der Birke. — Fig. 1. Samenanlage von *Ulmus laevis*; der Pollenschlauch *pt* springt vom Funiculus auf das innere Integument *i* und von diesem auf den Nucellus *n* über; *es* Embryosack, *m* Mikropyle. — Fig. 2. Der den Pollenschlauch darstellende Teil der Fig. 1 stärker vergrößert. — Fig. 3. Samenanlage von *Betula alba*; der Pollenschlauch *pt* tritt durch die Chalaza ein: *es* Embryosack, *i* Integument, *n* Nucellus. — Fig. 4. Oberer Teil eines Embryosackes von *Betula* mit dem verzweigten Pollenschlauchende; *e* Eizelle, *es* Embryosack, *n* Nucellus, *pt* Pollenschlauch. — Fig. 1 60fach, Fig. 2 200fach, Fig. 3 150fach, Fig. 4 545fach vergrößert. — Nach Nawaschin.

Weges als ein Kennzeichen weniger hoch entwickelter Formen anzusehen sein, sondern auch aus dem Grunde, weil das Wachstum des Pollenschlauches im Gewebe (endotropes Wachstum) als ein einfacher, ver-

hältnismäßig ursprünglicher Vorgang aufgefaßt werden kann, besonders wenn die Verhältnisse bei den Gymnospermen in Betracht gezogen werden.

Ein spezieller und wohl primitiver Fall der Aporogamie ist das Eindringen des Pollenschlauches in die Samenanlage durch die Chalaza (Chalazogamie; vgl. Abb. 342 u. 343, Fig. 3)[25]. Von dieser Chalazogamie sind jene Fälle von Aporogamie wohl zu unterscheiden, in denen der Pollenschlauch durch das Integument zur Eizelle gelangt (*Alchemilla, Sibbaldia,*

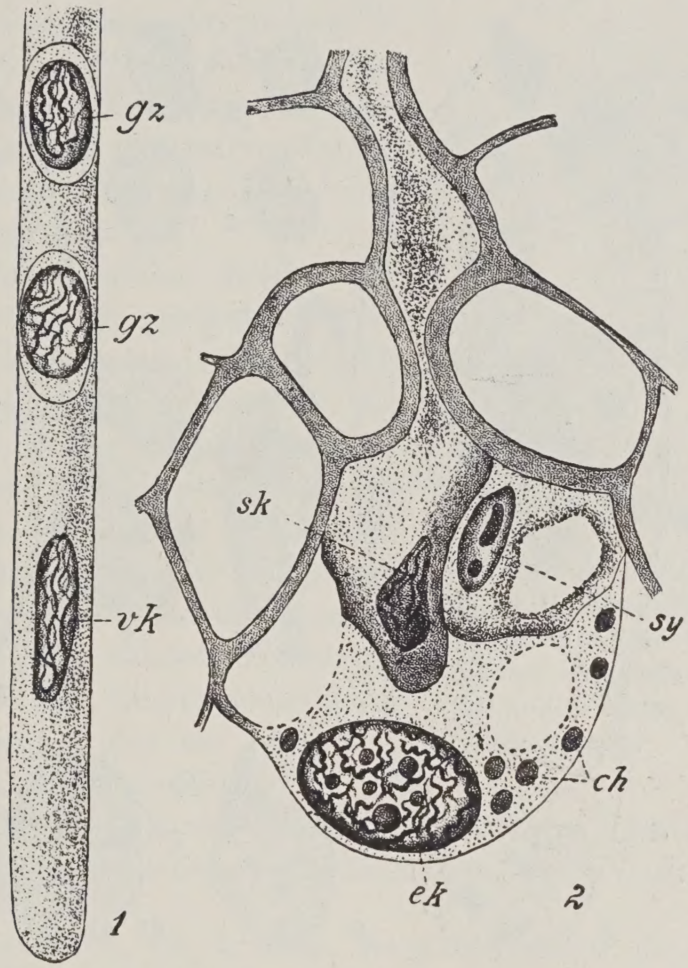


Abb. 344. Pollenschlauchende von *Lilium Martagon*. — Fig. 1. Ende des wachsenden Pollenschlauches; *vk* vegetativer Kern, *gz* generative Kerne. — Fig. 2. Der Pollenschlauch in die Eizelle eindringend; *sk* einer der generativen Kerne, *ek* Eikern, *sy* Synergidenkern, *ch* Chromatophoren. — Sehr stark vergr. — Modif. nach Guignard.

Dryas, Waldsteinia, Geum, Acer, Cucurbita usw.)[26]; oft ist hier die Aporogamie mit Verschluß der Mikropyle verbunden.

---

[25]) Vgl. darüber die auf S. 495 zitierten Abhandlungen von Nawaschin, Treub, Murbeck, Longo, ferner Zinger N., Beitr. zur Kenntn. d. weibl. Blüten u. Infloresz. der Cannabineen. Flora, LXXXV., 1898. — Billings F. H., Chalazogamy in *Carya olivaeformis*. Botan. Gaz., XXXV., 1903. — Longo B., Acrogamia aporogama nel Fico domestico. Annal. di Bot., Vol. III., 1905, S. 14. — Modilewski J., Zur Samenentw. einig. Urticifl. Flora, XCVIII., 1908.

[26]) Darüber, daß es sich hier um einen von Chalazogamie wesentlich verschiedenen Fall handelt, vgl. Porsch O. in Österr. bot. Zeitschr., 1904, S. 47. — Albanese N., Ein neuer Fall v. Endotropismus des Pollenschlauches usw. Sitzungsber. d. Wiener Akad,.

Die Zeit, welche verstreicht zwischen der Belegung der Narbe, respektive dem Austreiben des Pollenschlauches und der Befruchtung, ist sehr ungleich. In manchen Fällen, besonders bei den Monochlamydeen, ist sie sehr beträchtlich[27]), was auch in phylogenetischer Hinsicht von Interesse ist, weil sie einen gewissen Grad der Selbständigkeit des Homologons des Gametophyten — und das ist ja das austreibende Pollenkorn ebenso wie der Embryosack — andeutet.

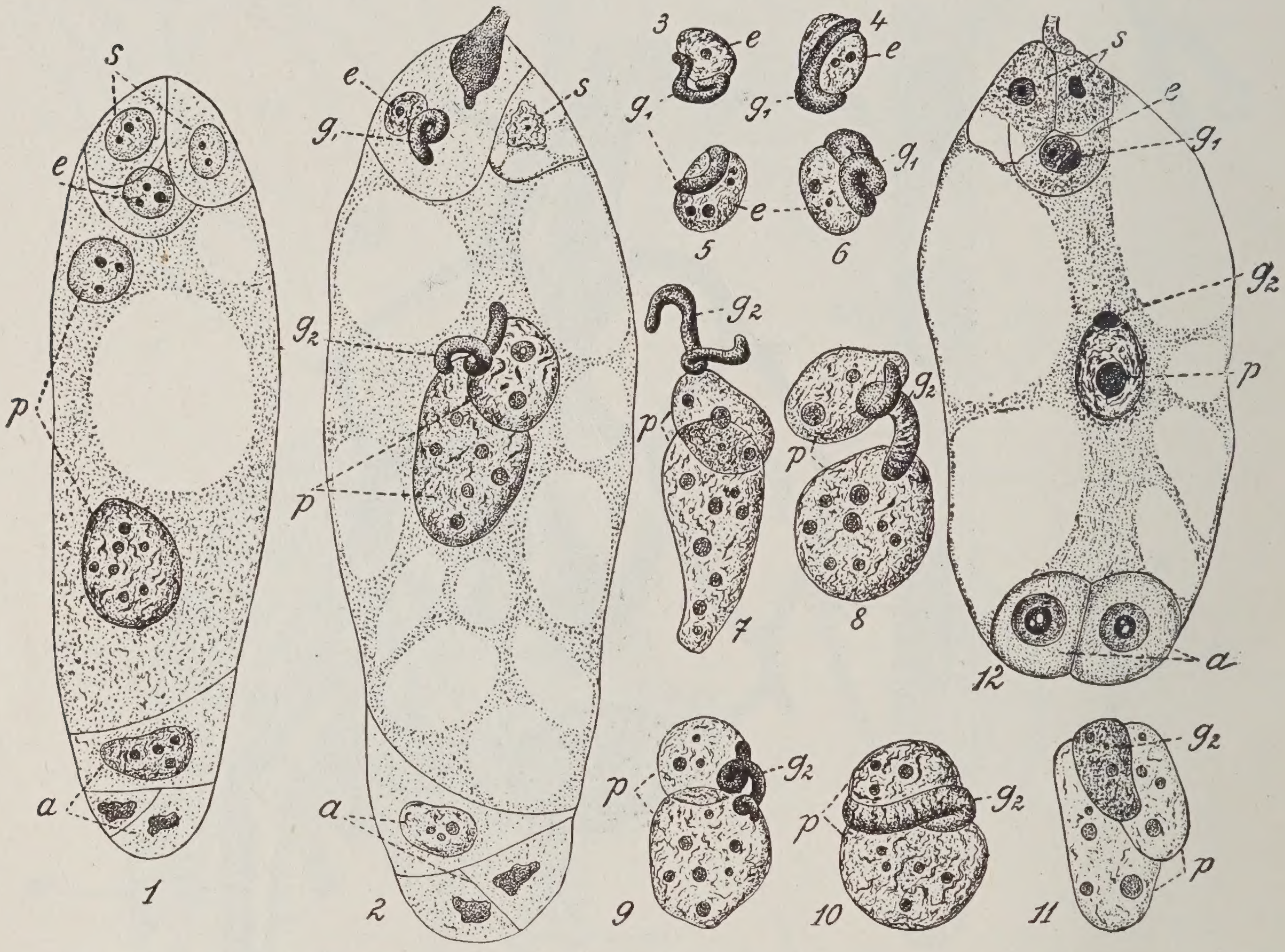


Abb. 345. Befruchtungsvorgang bei *Lilium Martagon* (Fig. 1—11) und bei *Ranunculus Cymbalaria* (Fig. 12). — Fig. 1. Embryosack vor der Befruchtung. — Fig. 2. Moment der Befruchtung: der eine der beiden generativen Kerne (g_1) verbindet sich mit dem Eikerne *e*, der zweite (g_2) mit den beiden Polkernen *p*. — Fig. 3—6. Verschiedene Stadien der Verschmelzung des Eikernes *e* mit dem generativen Kerne g_1. — Fig. 7 bis 11. Verschiedene Stadien der Verschmelzung des generativen Kernes g_2 mit den Polkernen *p*. — Fig. 12. Embryosack im Momente der Befruchtung. — In allen Figuren bedeutet: *s* Synergiden, *a* Antipoden, *e* Eikern, *p* Polkern. — 400fach vergr. — Nach Guignard.

In der Regel tritt das Ende des Pollenschlauches durch eine der beiden Synergiden in den Embryosack. Der vegetative Kern oder Schlauchkern wird

Bd. CXIII., S. 653. — Juel H. O., Beitr. z. Blütenanat. u. Syst. d. Rosaceen. K. Sv. Vetensk. Handl., 58. Bd., 1918 u. die dort zitierte Literatur.

[27]) Benson M., Contribution to the Embryology of the *Amentiferae*. Part. I. Transact. Linn. Soc., Bot., III., 1894. — Benson M., Sanday E. and Berridge E., Contributions to the Embryology of the *Amentiferae*. Part. II. l. c., VII., 1906.

desorganisiert, von den beiden generativen Kernen dringt der eine in die Eizelle ein und vereinigt sich mit dem Eikerne, der zweite tritt in den Embryosack ein und verbindet sich mit den beiden Polkernen oder, wenn die Vereinigung der Polkerne schon früher erfolgte (vgl. S. 490), mit dem sekundären Embryosackkern („doppelte Befruchtung"; Abb. 345). Bei dem Eindringen in den Embryosack nehmen die generativen Kerne oft wurmförmige Gestalt an (Abb. 345, Fig. 2—11 und Abb. 346) und besitzen selbständiges Bewegungsvermögen[28]).

Die Befruchtung des Eikernes hat die Ausbildung des Embryos, die Verbindung des zweiten generativen Kernes mit den Polkernen die Ausbildung des Endosperms zur Folge.

Auch aus anderen Zellen der Samenanlage können gelegentlich Embryonen hervorgehen, so (vgl. Abb. 349) aus den Synergiden (beobachtet bei *Mimosa, Iris, Najas, Cynanchum*), aus Nucellarzellen (*Citrus, Hosta, Alchornea* [*Coelebogyne*], *Alchemilla, Colchicum, Calycanthaceae* u. a.), aus Antipoden (*Allium odorum*), Endospermzellen (*Balanophora*). Es handelt sich dabei in der Regel um Embryonenbildung ohne Befruchtung, also um Fälle von Apomixis (Apogamie)[29]).

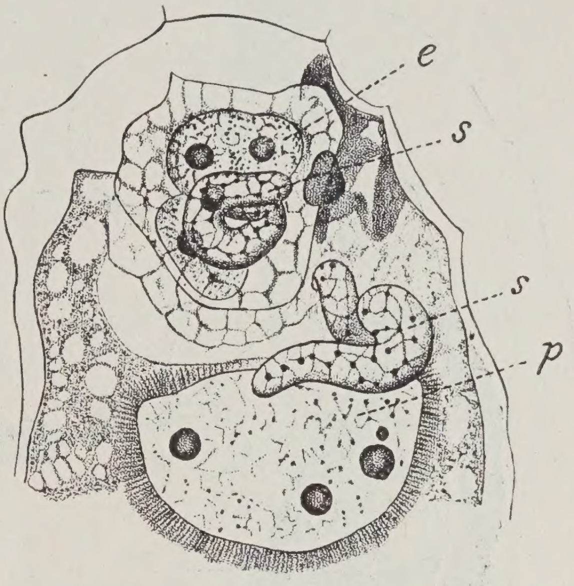


Abb. 346. Doppelte Befruchtung von *Fritillaria tenella*: Scheitelpartie des Embryosackes. Von den beiden Spermakernen *s* hat der eine eben den Polkern *p* erreicht; der andere liegt dem Eikerne *e* an. — 700fach vergr. — Nach Nawaschin.

Den speziellen Fall von Apomixis, in welchem Embryonen aus Eizellen ohne Befruchtung entstehen, bezeichnet man als Parthenogenesis[30]). Man

---

[28]) Nawaschin S., Üb. d. selbst. Bewegungsvermögen der Spermakerne usw. Öst. bot. Zeitschr., 1909.

[29]) Vgl. auch Haberlandt G., Üb. d. experim. Erzeugung v. Adventivembr. bei *Oenothera*, Sitzb. d. Akad. d. Wiss. Berlin, XL., 1921; Die Vorstufen u. Urs. d. Adventivembr., a. a. O., XXV., 1922.

[30]) Über Parthenogenese vgl. insbesondere: Braun A., Polyembryonie und Keimung von *Coelebogyne*. Abh. d. k. Akad. d. Wissensch. Berlin, 1859. — Strasburger E., Über Polyembryonie, Jenaische Zeitschr. f. Naturw., XII., N. F., Bd. V., 1878; Die Apog. d. Eualchem. u. allg. Gesichtspunkte, Jahrb. f. wiss. Bot., XLI., 1904; Zeitpunkt d. Best. d. Geschl. usw., Jena 1909. — Kerner A., Parthenogenesis einer angiospermen Pflanze. Sitzungsber. d. Wiener Akad. m.-naturw. Kl., LXXIV., 1876. — Juel H. O., Unters. über typische u. parthenog. Fortpfl. b. d. Gatt. *Antennaria*. Sv. Vetensk. Akad. Handl., XXIII., 1900. — Murbeck S., Parthenog. i. d. Gatt. *Alchemilla*, Lunds Un. Arssk., Bd. 36, 1901; Parthenog. b. d. Gatt. *Taraxacum* u. *Hieracium*, Bot. Notiser, 1904, S. 285. — Overton J. B., Parthenog. in *Thalictrum purpurascens*. Bot. Gaz., XXXIII., 1902. — Treub M., L'organe femelle et l'embryogénèse dans le *Ficus hirta*, Ann. Jard. Bot. Buitenz., XVIII., 1902; L'apogamie de l'*Elatostema acuminatum* Brong., Ann. Jard. Bot. Buitenz., XX., 1905. — Bitter G., Parthenogen. u. Variab. bei *Bryonia dioica*. Abh. nat. Ver. Brem., 1904. — Kirchner O.,

kann im allgemeinen somatische und generative Parthenogenese unterscheiden, im ersteren Falle besitzt der Eikern die unreduzierte Chromosomenzahl, in letzterem Falle ist Reduktionsteilung eingetreten. Somatische Parthenogenese ist schon bei ziemlich vielen Angiospermen nachgewiesen worden, so bei *Antennaria alpina*, *Alchemilla*-Arten, *Thalictrum purpurascens*, *Taraxacum*-Arten, *Hieracium*-Arten, *Wickstroemia indica*, *Erophila* u. a.

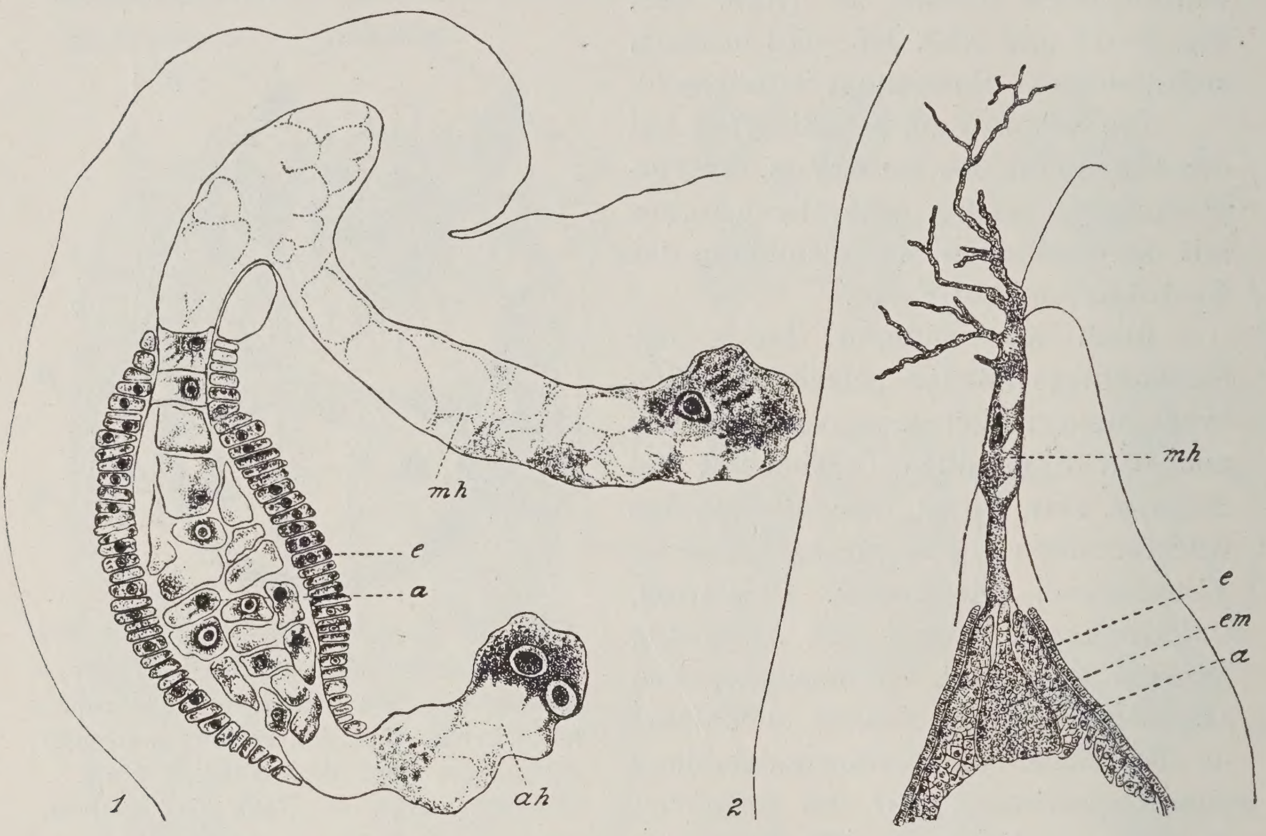


Abb. 347. Haustorienbildungen in Samenanlagen. — Fig. 1. *Lathraea Squamaria*, Längsschnitt durch die Samenanlage; *a* Endosperm, *e* Epithel, *mh* Mikropylarhaustorium, *ah* Antipodialhaustorium. — Fig. 2. *Impatiens Roylei*; Bezeichnungen wie in Fig. 1, *em* Embryo. Stark vergr. — Fig. 1 nach Bernard, Fig. 2 nach Longo.

Polyembryonie[31]) kann zustande kommen durch Entwicklung mehrerer Embryonen aus der Eizelle, durch Entstehung von Embryonen aus der Eizelle

Parthenogenesis b. Blütenpflanz. Ber. d. deutsch. bot. Ges., XXII., 1904. (Sammelreferat). — Winkler Hans, Über Parthogenesis bei *Wickstroemia indica*, Ber. d. deutsch. bot. Ges., XXII., S. 573 u. Ann. Jard. Bot. Buitenz., Vol. V., 1906; Über Parthogenese u. Apogamie im Pflanzenreiche Progr. rei bot., II., 1908, mit reichem Literaturverzeichnis. — Ostenfeld C. H. og Raunkiaer C., Kastreringsforsög med *Hieracium*. Bot. Tidsskr., 25. Bd., S. 409. — Ostenfeld C. H., Zur Kenntnis der Apogamie in der Gattung *Hieracium*. Ber. d. deutsch. bot. Ges., XXII., S. 376. — Lotsy J. P., Parthenogenese bei *Gnetum Ula*. Flora, Bd. XCII, S. 397. — Peter J., Zur Entwicklungsgesch. einig. *Calycanthaceae*. Beitr. z. Biol. d. Pfl., XIV., 1., 1920.

[31]) Üb. Polyembryonie vgl. Strasburger E., Üb. Polyembryonie. Jenaische Zeitschr. f. Naturw., XII., 1878. — Chauveaud G. L., Sur la fécondation dans les cas de polyembryonie. Compt. Rend., 114., 1892. — Jeffrey E. C., Polyembryony in *Erythronium americanum*. Ann. of Bot., IX., 1895. — Tretjakow S., Die Beteiligung der Antipoden in Fällen der Polyembryonie bei *Allium odorum*. Ber. d. deutsch. bot. Ges., XIII., 1895. — Ernst A.,

und aus den Synergiden, durch Embryobildung aus Eizelle und Nuzellarzellen usw. (vgl. auch S. 490 und Abb. 349).

Die Endospermbildung kann in der Weise erfolgen, daß freie Kernteilung vor sich geht und erst spät eine Fächerung durch Membranen eintritt (nukleäre Endospermbildung), oder es erfolgt sofort Membranbildung (zelluläre Endospermbildung). Die verschiedenen Arten der Endospermbildung sind bei großen Gruppen der Angiospermen recht konstant und darum von systematischer Bedeutung[32]. (Vgl. Abb. 350.)

Nach der Befruchtung bedarf der Embryosack reichlicher Zufuhr von Nahrungsstoffen zur Bildung des Embryo und der reservestoffspeichernden Gewebe[33]. Diese Zufuhr erfolgt durch Aufbrauchen des Nuzellusgewebes oder durch Vermittlung der Antipoden oder durch eine den Embryosack umgebende plasmareiche Zellschicht, das „Epithel" (vgl. Abb. 347, Fig. 1 *e*) oder endlich durch Ausbildung haustorienartiger Bildungen am Mikropylar- oder Antipodialende oder an beiden Stellen (vgl. Abb. 347). Funktionell gleiche Bedeutung hat der aus Nuzellarzellen hervorgegangene „Pseudoembryosack" der Podostemonaceen (Abb. 348).

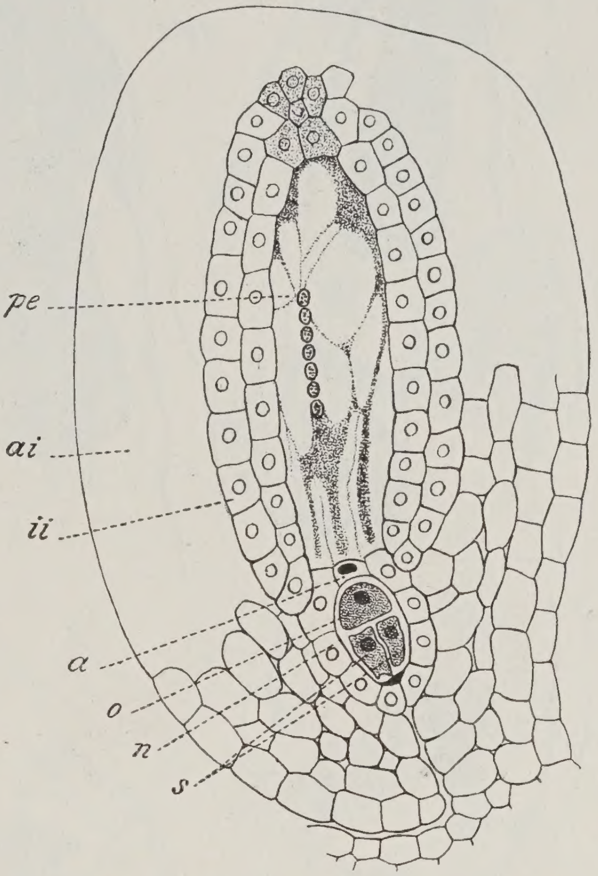


Abb. 348. Samenanlage von *Apinagia Warmingiana* (*Podostemonaceae*) im Längsschnitte, mit Pseudoembryosack *pe*; *ai* äußeres, *ii* inneres Integument, *a* Antipodialrest, *o* Eizelle, *s* Synergiden, *n* Nucellus. — Original.

Beitr. z. Kenntn. d. Entwickl. d. Embryosackes u. des Embryo v. *Tulipa Gesn.* Flora, LXXVIII., 1901. — Gatin C. L., Quelques cas de polyembryonie chez plusieurs espèces de palmiers. Rev. géner. bot., t. 17., 1905. — Buchet S. et Gatin C. L., Un cas de polyembr. chez *Triglochin* usw. Bull. soc. bot. Fr., 1908. — Longo B., La poliembr. nello *Xanthoxylum Bungei.* Bull. d. soc. bot. Ital., 1908. — Schürhoff P. N., Zur Polyembr. v. *All. od.*, Ber. d. d. bot. Ges., 1922. — Haberlandt G. in Sitzb. d. preuß. Akad., 1921 u. 1922; Zur Embryol. v. *All. od.*, Ber. d. d. bot. Ges., XLI., 1923. — Suessenguth K., Üb. Pseudog. bei *Zygopetalum*, Ber. d. d. bot. Ges., 1923.

[32]) Vgl. z. B. Coulter J. M., The endosp. of Angiosp. Bot. Gaz., LII., 1911. — Samuelson G., Stud. üb, d. Entw. d. Blüt. einiger *Bicornes*, Sv. bot. Tidskr., VII., 1913. — Jacobson-Stiasny E., Vers. ein. phyl. Verwertung der Endosp.- und Haustorialbild. bei d. Angiosp. Sitzber. d. Akad. Wien, CXXIII., 1914. — Palm B., Stud. üb. Konstrukt. u. Entw. d. Embryos. Stockholm 1915. — Schnarf K., Beitr. z. Kenntn. d. Samenentw. d. Lab. Denkschr. Ak. Wiss. Wien, 94. Bd., 1917, u. d. Literaturzusammenst. in diesen Arb.

[33]) Vgl. Goebel K., zuletzt in Organographie, 2. Aufl., III., S. 1761 (1923), ferner

Die Embryobildung[34]) beginnt zumeist mit einer Verlängerung und Querteilung der den Embryo liefernden Zelle. Es entsteht auf diese Weise der Proembryo. In der Regel liefert die Endzelle desselben durch weitere

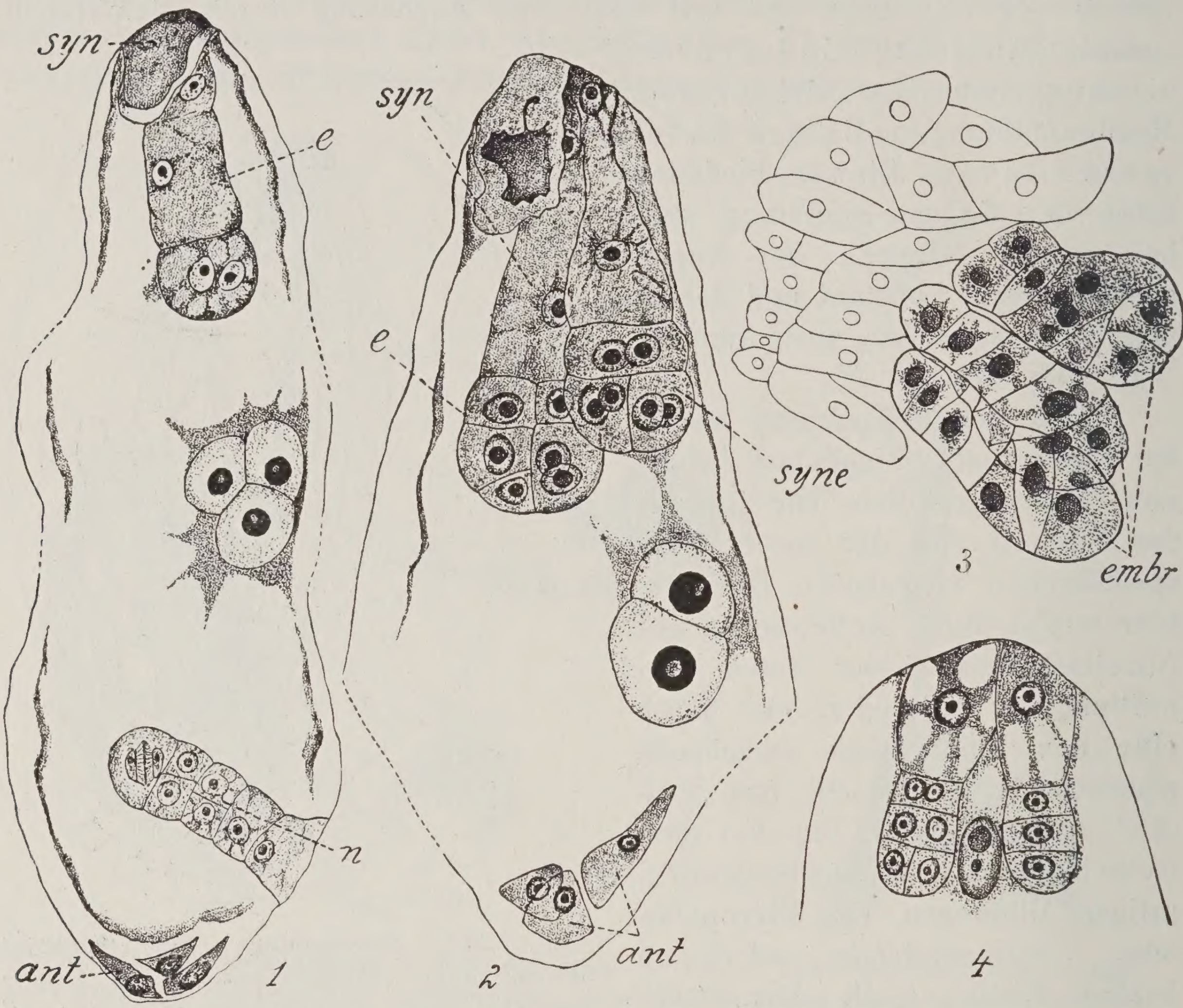


Abb. 349. Apomiktische Embryobildungen. — Fig. 1. Parthenogenetische Weiterentwicklung der Eizelle (*e*) und Nuzellarembryobildung (*n*) von *Alchemilla pastoralis*; 290fach vergr. — Fig. 2. Parthenogenetische Weiterentwicklung der Eizelle (*e*) und Fortentwicklung einer Synergide (*syn*) bei *Alchemilla sericata*; 420fach vergr. — Fig. 3. Embryobildung (*embr*) aus den drei Antipoden bei *Allium odorum*; 160fach vergr. — Fig. 4. Oberer Teil des Embryosackes von *Najas major* mit zwei Embryonen (wahrscheinlich einer aus der Eizelle, der zweite aus einer Synergide entstanden); 250fach vergr. — Fig. 1 u. 2 nach Murbeck, 3 nach Tretjakow, 4 nach Guignard.

Zellteilungen den Embryo selbst, während die Basalzelle zum Suspensor oder Embryoträger wird (vgl. Abb. 351). Derselbe vermittelt teilweise

Balicka Iwanowna, Etude s. l. sac. embr., Flora, 86. Bd., 1892. — Merz M., Samenentw. v. *Utricularia*. A. a. O., 84. Bd., 1897. — Lang F. X., *Polypompholyx* u. *Byblis*. A. a. O., 88. Bd., 1901. — Billings, Beitr. z. Samenentw. A. a. O., 88. Bd., 1901. — Wurdinger M., Bau u. Entw. d. Embr. v. *Euphrasia*, Denkschr. Akad. Wissensch. Wien, LXXXV., 1910. — Jacobsson-Stiasny E., Die spez. Embryol. v. *Semperviv.* A. a. O., LXXXIX., 1913.

[34]) Hanstein J., Entwicklungsgesch. d. Keim. d. Monoc. u. Dicot. Bot. Abh., I., 1870. — Kny L., Entwickl. d. Embryo v. *Brassica Napus*. Botan. Wandtaf. — Hegelmaier F., Zur Entwicklungsgesch. monocot. Keime, Botan. Zeitg., 1874; Vgl. Unters. über Entwickl.

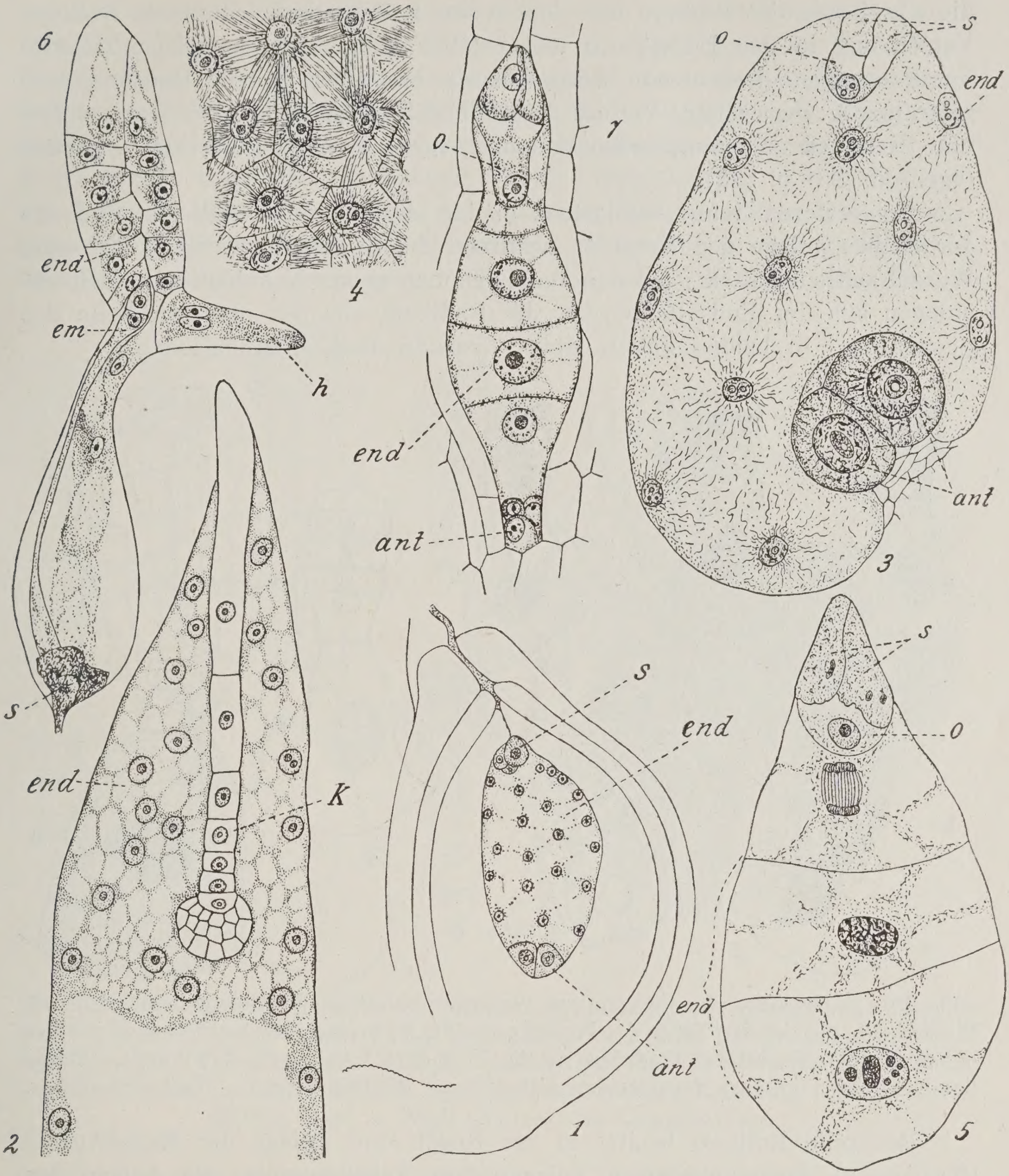


Abb. 350. Endospermbildung. Fig. 1—4 nukleäre Endospermbildung; Fig. 5—7 zelluläre Endospermbildung. — Fig. 1. *Hypecoum.* — Fig. 2. *Lepidium.* — Fig. 3. *Nigella.* — Fig. 4. *Reseda*, kleines Stück aus dem Endosperm im Momente der Wandbildung. — Fig. 5. *Datura.* — Fig. 6. *Physostegia.* — Fig. 7. *Monotropa.* — *end* Endosperm, *o* Eizelle, *s* Synergide, *ant* Antipoden, *em* und *k* Embryo, *h* Haustorium. — Vergr. — 1, 2, 3, 5 nach Guignard, 4 nach Strasburger, 6 nach Sharp, 7 nach Kurz.

dicotyl. Keime, 1878. — Solms-Laubach H., Über monocot. Embr. mit scheitelbürt. Vegetationspunkt. Bot. Zeitg., 1878. — Famintzin A., Embryologische Studien. Mem. Acad. St.-Petersb., XXVI., 1879. — Guignard L., Recherches d'embryogénie végétale comp. I. Ann. sc. nat., Bot., sér. VI., XII., 1881. — Treub M., Notes sur l'embryon, le sac

die Ernährung des Embryo und dessen durch ökologische Momente bedingte Versenkung in das Endosperm und erfährt demgemäß vielfach auffallende Veränderungen (bedeutende Vergrößerung einzelner Zellen, Haustorialfortsätze usw.). Der weitere Verlauf der Embryobildung ist bei Monocotyledonen und Dicotyledonen verschieden und noch nicht in allen Einzelheiten geklärt (vgl. Abb. 351 u. 352).

Bei ersteren liefert wenigstens in der Mehrzahl der Fälle die Endzelle der Embryoanlage den Kotyledo, während die Sproßanlage, sowie die erste Wurzel seitlich auftritt; bei den Dicotyledonen gehen Keimblätter und Sproßanlagen aus der Endzelle hervor, die Radikula aus der obersten Zelle des Suspensors. In beiden Fällen gibt es verschiedene Modifikationen.

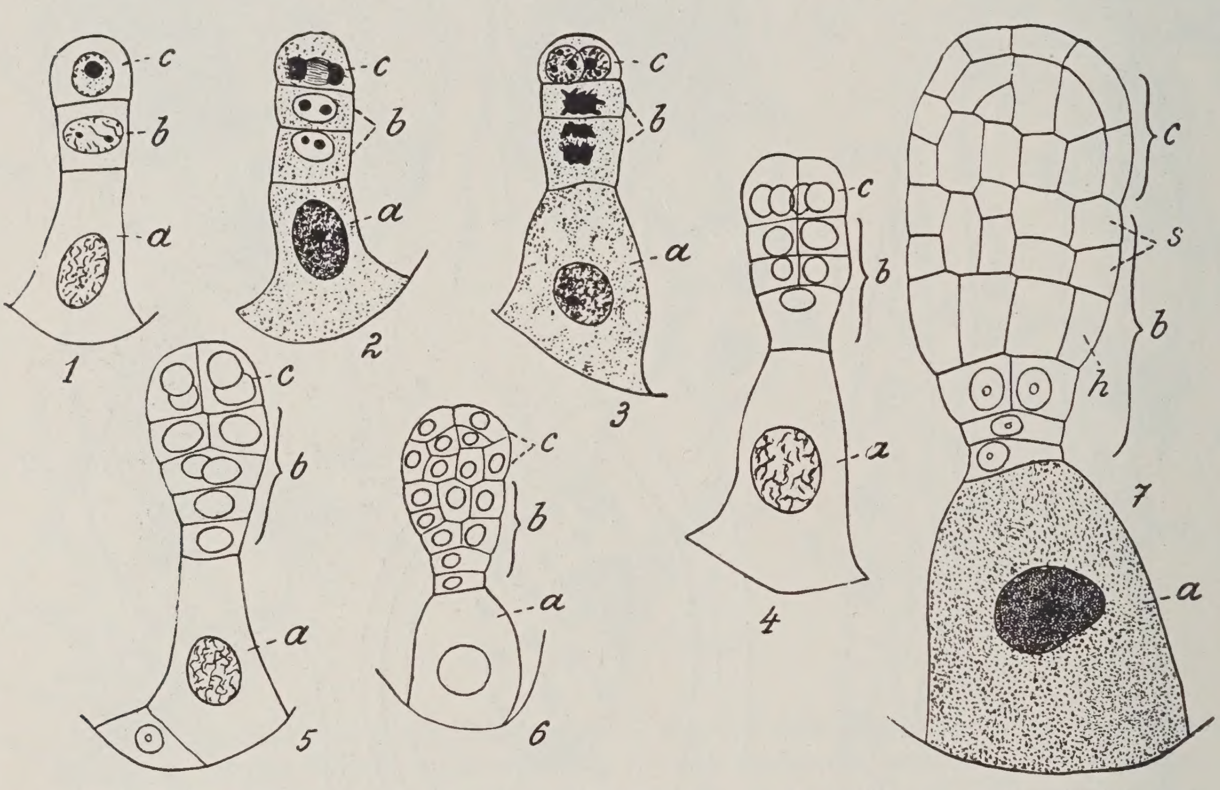


Abb. 351. Entwicklung des Embryos von *Sagittaria variabilis.* Sieben aufeinanderfolgende Stadien. Die aus den drei Zellen des Proembryos (Fig. 1) hervorgehenden Teile sind mit den entsprechenden Buchstaben bezeichnet. In Fig. 7 bedeutet: *h* Anlage des Hypokotyls, *c* Anlage des Kotyledos, *s* Anlage des Sprosses, *a* Suspensor; 400fach vergr. — Nach Schaffner.

Der reife Embryo besitzt in der Regel eine Anlage der Hauptwurzel (Radicula), beziehungsweise Anlagen von Nebenwurzeln, die Anlage des über den Keimblättern zur Entwicklung kommenden Sprosses (Plumula)

---

embronnaire et l'ovule. I—V. Ann. Jard. Bot. Buitenz., III. et IV., 1883—1884. — Schaffner J. H., Embryo-sac of *Alisma Plantago.* Botan. Gaz., XXI., 1896; Contrib. to the Life Hist. of *Sagittaria.* Bot. Gaz., XXIII., 1897. — Murbeck S., Über die Embryologie von *Ruppia rostellata.* Svensk. Akad. Handl., XXXVI., 1902. — Strasburger E., Ein Beitr. zur Kenntn. von *Ceratophyllum submersum* u. phylogenet. Erörterung. Jahrb. f. wissensch. Bot., XXXVII., 1902. — Schmid B., Beitr. zur Embryo-Entwicklung einiger Dicotyl. Botan. Zeitg., LX., 1902. — Lyon H. L., The embryo of the Angiosperms. Amer. Natur., XXXIX., 1905. — Coulter and Chamberlain, a. a. O. —Mottier D. M., The Embryolog. of some anom. Dicot. Ann. of Bot., XIX., 1905.

und Keimblätter (Kotyledonen; vgl. Abb. 354 u. 355), und zwar zwei bei den meisten Dicotyledonen, eines bei den meisten Monocotyledonen. Abweichungen: mehr als zwei Kotyledonen u. a. bei manchen Proteaceen; Dicotyledonen mit 1 Keimblatte (entweder infolge Verkümmerung eines Keimblattes oder durch Verwachsung der beiden) sind *Corydalis cava, Ranunculus Ficaria, Eranthis, Bunium, Cyclamen, Pinguicula*-Arten usw. Das die Kotyledonen tragende Stammstück heißt Hypokotyl. Einzelne Teile des Embryos können auf einem rudimentären Stadium stehen bleiben oder ganz fehlen (Wurzelanlage bei *Utricularia,* Wurzelanlage und Kotyledonen bei *Cuscuta* usw.), mitunter erscheint der ganze Embryo ungegliedert

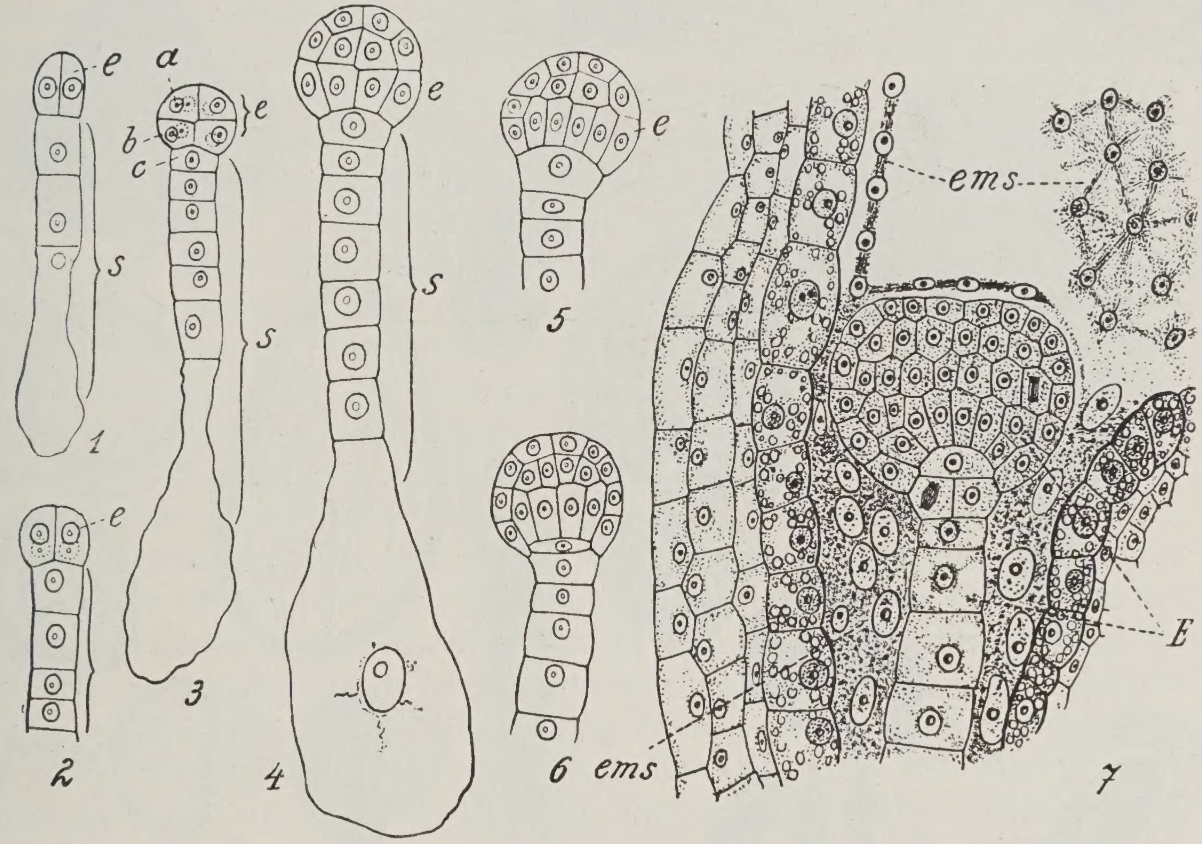


Abb. 352. Entwicklung des Embryos von *Capsella bursa pastoris.* Sieben aufeinander folgende Stadien. In allen Figuren bedeutet: *s* den Embryoträger, *e* u. *E* die Embryoanlage. In Fig. 3 bezeichnen *a* und *b* die Zellen, aus denen Kotyledonen und Plumula hervorgehen, *c* die Zelle, welche später die Radikula liefert. In Fig. 7 bedeutet *ems* den Inhalt des Embryosackes; 400fach vergr. — Nach Coulter und Chamberlain.

(*Rafflesiaceae, Balanophoraceae, Orobanchaceae, Orchidaceae, Monotropa* u. a.). Bei der Keimung solcher ungegliederter Embryonen entstehen häufig zunächst kleine knollenförmige Gebilde (Protokorme), an denen erst später die Anlagen von Wurzeln und Sprossen auftreten.

Parallel mit der Ausbildung des Embryo geht die Umbildung der ganzen Samenanlage zum Samen (Abb. 353). Form, Größe und Zahl der Samen sind außerordentlich verschieden und zum Teile durch ökologische Anpassungen bedingt. Der Samen ist von der Samenschale (Testa) umhüllt, welche aus dem Integumente oder aus den Integumenten hervorgeht, zuweilen

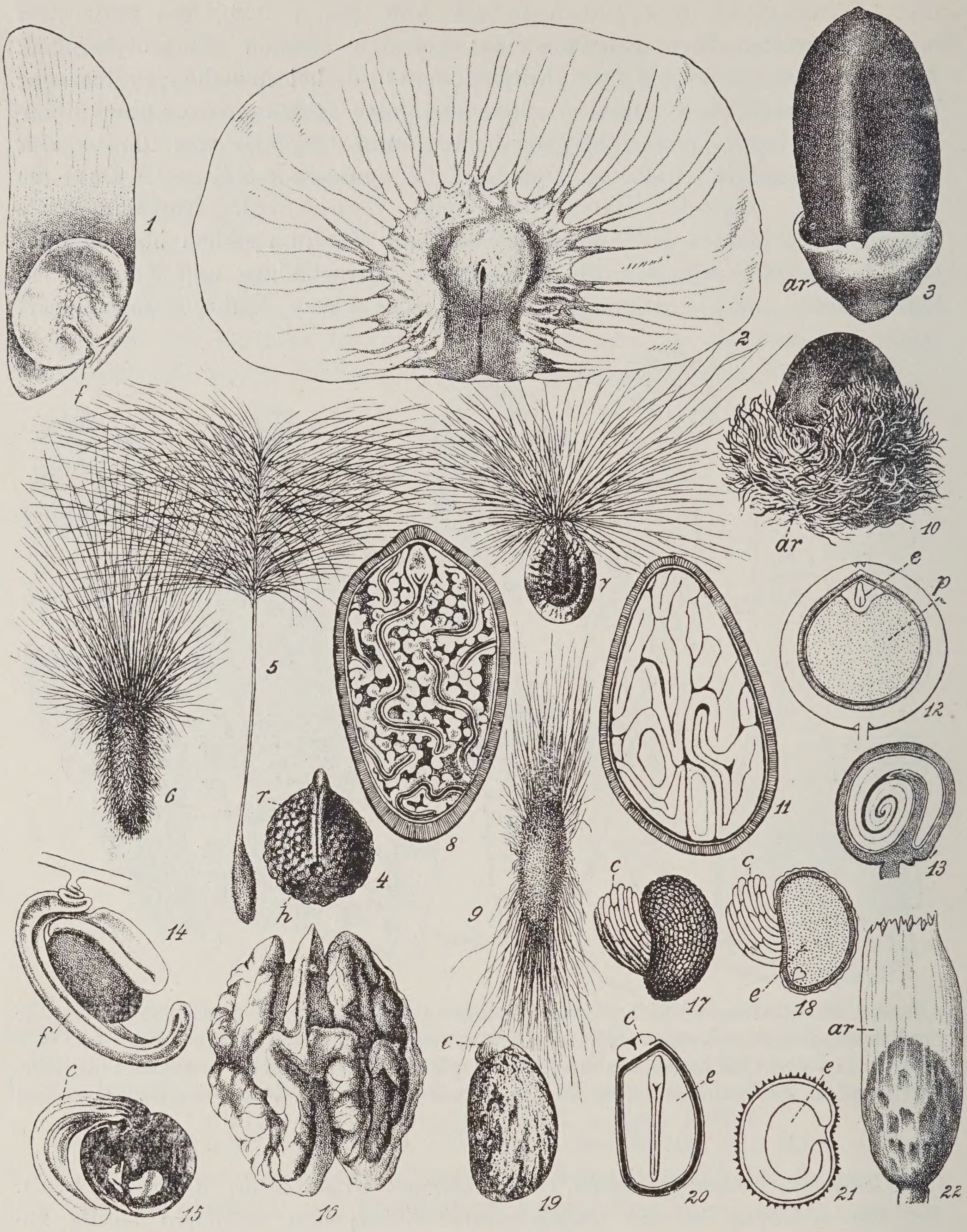


Abb. 353. Samen von Angiospermen. — Fig. 1. *Diplorrhynchus mossambicensis.* — Fig. 2. *Pithecoctenium muricatum.* — Fig. 3. *Afzelia cuanzensis.* — Fig. 4. *Argemone mexicana.* — Fig. 5. *Strophanthus Petersianus.* — Fig. 6. *Nerium Oleander.* — Fig. 7. *Asclepias syriaca.* — Fig. 8. *Phytocrene* sp. — Fig. 9. *Alstonia macrophylla.* — Fig. 10. *Ravenala guianensis.* — Fig. 11. *Theobroma Cacao.* — Fig. 12. *Piper* (mit Fruchtschale). — Fig. 13. *Cossinia.* — Fig. 14. *Acacia cyclopis.* — Fig. 15. *Corydalis.* — Fig. 16. *Juglans regia.* — Fig. 17 u. 18. *Chelidonium maius.* — Fig. 19 u. 20. *Ricinus communis.* — Fig. 21. *Agrostemma Githago.* — Fig. 22. *Passiflora coerulea.* — Fig. 8, 11—13, 18, 20 längs durchschn.; *ar* Arillus, *f* Funi-

kulus, *c* Karunkula (in Fig. 17 u. 18 Strophiola), *h* Hilum, *r* Raphe, *e* Endosperm, *p* Perisperm. — Fig. 1—3, 5—8, 11, 16 schwach, die anderen etwas stärker vergr. — Fig. 8 13, 17—20 nach Baillon, 15 nach Hegi, alle anderen Original.

---

auch noch aus Teilen des Nuzellus. Das Gewebe des Nuzellus wird sehr häufig während der Samenreife aufgebraucht oder mechanisch zerstört; in anderen Fällen wird es zu einem Speichergewebe für Nährstoffe des Embryos und heißt dann Perisperm. Häufiger geht ein solches Nährgewebe aus dem Endosperm hervor; doch gibt es auch Samen, in denen Perisperm und Endosperm vorhanden ist. Nicht selten sind Samen ohne Perisperm und ohne Endosperm; bei diesen findet Reservestoffspeicherung in der Regel in den Keimblättern statt. Ökologische Anpassungen bedingen zahlreiche Eigentümlichkeiten an der Samenschale (Haare und flügelartige Verbreiterungen als Flugorgane, saftige Gewebe als Anlockungsmittel für Tiere, verquellende Gewebe, mechanische Schutzeinrichtungen u. dgl. m.). An der Samenoberfläche fällt häufig die bei der Ablösung des Samens von der Ansatzstelle des Funikulus entstandene Narbe (Nabel, Hilum) auf, ferner eine langgestreckte Narbe (Raphe) in solchen Fällen, in denen der Funiculus eine längere Strecke mit der Samenanlage verwachsen war, endlich Gewebepolster, die entweder in der Umgebung der Mikropyle entstehen und als Caruncula zusammengefaßt werden oder am Funiculus sich bilden (Strophiola) und verschiedene ökologische Funktionen (z. B. Verbreitung durch Tiere) versehen. Arillus[35]) werden mehr oder minder mächtige, den Samen oft zum großen Teile einhüllende Bildungen genannt, welche während der Samenreife am Grunde desselben entstehen (zumeist Verbreitungsmittel, in manchen Fällen überdies oder ausschließlich als Schwellgewebe an dem Öffnen der Frucht beteiligt, manchmal schützende Hülle des Samens usw.; vgl. Abb. 353 *ar*). In einzelnen Fällen erfährt auch der Funiculus bei der Samenreife eine Weiterentwicklung; derselbe fungiert dann analog wie ein Arillus (vgl. Abb. 353, Fig. 14) oder spielt eine mechanische Rolle bei dem Ausstreuen der Samen *(Acanthaceae)*.

Was aus dem Gynöceum nach der Befruchtung oder wenigstens zugleich mit der Samenreife hervorgeht, bezeichnet man als Frucht. Fruchtbildung ohne Befruchtung heißt Parthenokarpie[36]). An der Ausbildung der Frucht sind aber vielfach auch andere Teile beteiligt (Teile der Achse, Blütenteile, benachbarte Blätter usw.); es ist im einzelnen erst nachzuweisen, inwie-

---

[35]) Planchon J. E., Développement et caract. des vrais et d. faux arilles. Ann. d. sc. nat., III. sér., tom. 3., p. 275. — Pfeiffer A., Die Arillargebilde d. Pflanzensamen. Bot. Jahrb., XIII., 1891.

[36]) Noll F., Über Fruchtbildung ohne vorausgegangene Bestäubung (Parthenokarpie) bei der Gurke. Sitzungsb. d. Ges. f. Naturk. u. Heilk. Bonn 1902. — Ewert R., Die Parthenokarpie der Obstbäume. Ber. d. d. bot. Ges., XXIV., 1906; als selbständiges Werk, Berlin 1907. — Wettstein R. v., Über Parthenokarpie bei *Diospyros Kaki*. Öst. bot. Zeitschr., 1908. — Winkler Hans, Über Parthenog. u. Apogamie im Pflanzenr. Progr. rei bot., II., 1908. — Tischler G., Üb. d. Entw. d. Samenanl. in parthenok. Angiosp. Jahrb. f. wiss, Bot., LII, 1912.

ferne diese Veränderungen sekundäre Folgen des Befruchtungsvorganges sind und inwieferne sie unabhängig von diesem verlaufen. Häufig bezeichnet man Fruchtformen, an deren Aufbau Achsenteile beteiligt sind, als Scheinfrüchte und als Halbfrüchte (im ersteren Falle ist die Beteiligung der Achse eine sehr auffallende, während im zweiten Falle die Früchte „echten" Früchten sehr ähneln), doch ist eine scharfe Abgrenzung dieser Scheinfrüchte und Halbfrüchte von den „echten" Früchten nicht möglich. Wenn in einer Blüte mehr als ein Fruchtknoten vorhanden ist und jeder Fruchtknoten sich in eine Frucht umgestaltet, die Gesamtheit dieser Früchte aber irgendwie den Eindruck eines einheitlichen Gebildes macht (durch Anwachsen der Achse, durch gemeinsame Umhüllung u. dgl.), so spricht man von einer Sammelfrucht. An solche Sammelfrüchte erinnern häufig Fruchtstände oder „zusammengesetzte Früchte", deren Einzelfrüchte dicht gedrängt auf gemeinsamer Achse (Cönocarpium, so bei *Morus*, *Dorstenia*, *Ficus*, Bromeliaceen usw.). Die Fruchtwand (Perikarp) zeigt nicht selten einen auffallenden Unterschied zwischen den äußeren Gewebepartien (Epikarp) und den inneren (Endokarp); manchmal lassen sich mehrere solcher Gewebepartien unterscheiden (Epikarp, Mesokarp, Endokarp).

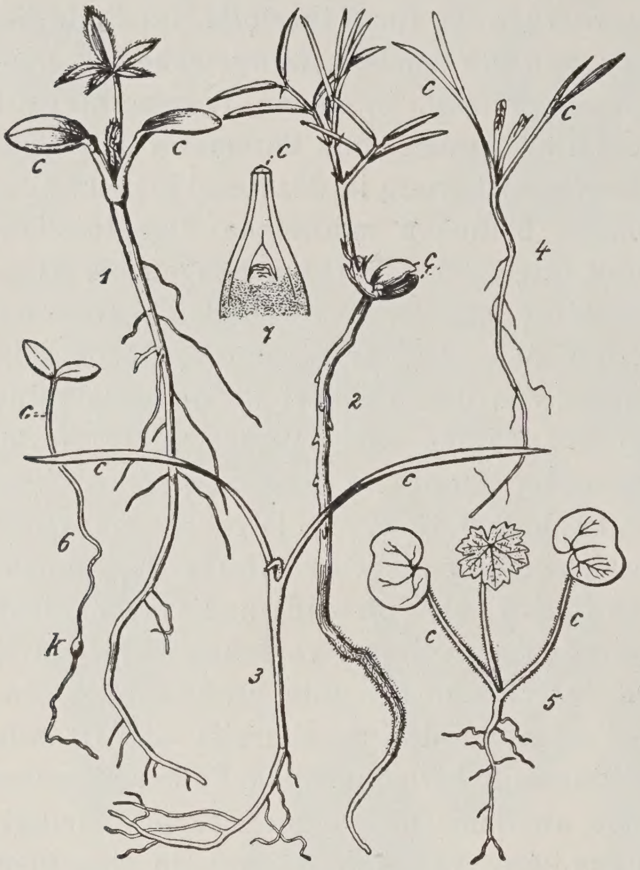


Abb. 354. Keimlinge und Keimblattformen von Dicotyledonen. — Fig. 1. *Lupinus Douglasii.* — Fig. 2. *Vicia bengalensis.* — Fig. 3. *Plantago amplexicaulis.* — Fig. 4. *Eschscholtzia californica.* — Fig. 5. *Geranium Wallichianum.* — Fig. 6. *Eranthis hiemalis.* — Fig. 7. Anlage des Sprosses im Knöllchen *k* von Fig. 6, Längsschnitt. — *c* bedeutet in allen Figuren Keimblätter. — Alle Fig. (abgesehen von Fig. 7) ungef. in natürl. Gr. — Fig. 5 nach Lubbock, 6 nach E. Sargant, 7 nach Schiffner, das übrige Original.

Bei wenigen anderen Pflanzenteilen bewirken Anpassungen eine so große Mannigfaltigkeit, wie bei den Früchten. Es ist dies begreiflich; einerseits wirken hier noch vielfach ökologische Einrichtungen der Blüte nach, anderseits handelt es sich um die Sicherung der Samen und um die Verbreitung derselben, weshalb die Früchte zahlreiche Schutz- und Verbreitungseinrichtungen aufweisen. Dieses starke Hervortreten von Anpassungsmerkmalen bewirkt es, daß eine auf entwicklungsgeschichtlichen Momenten beruhende, natürliche Einteilung der Fruchtformen bisher noch nicht existiert, sondern daß bei

Unterscheidung der Fruchttypen einerseits morphologische, anderseits ökologische Eigentümlichkeiten Berücksichtigung finden[37]).

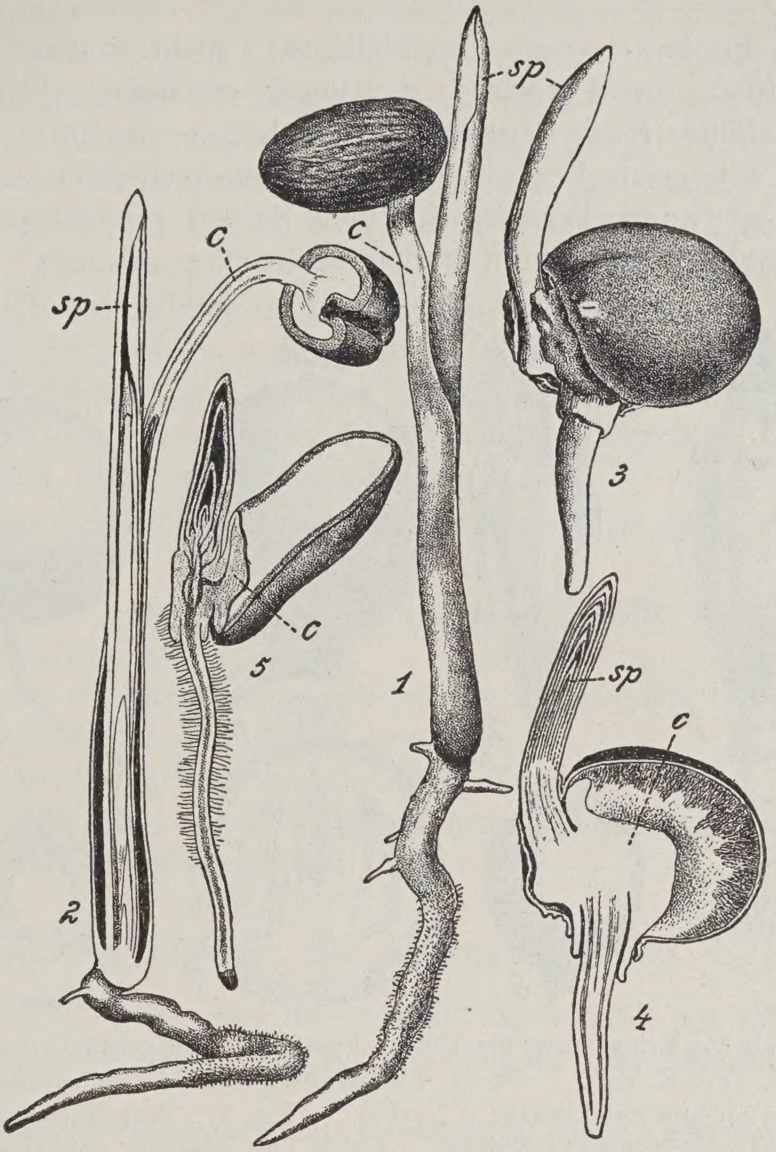


Abb. 355. Keimlinge und Keimblattformen von Monocotyledonen. — Fig. 1. Keimling von *Phoenix Jubae*. — Fig. 2. Derselbe aufgeschnitten. — Fig. 3. Keimling von *Zea Mays*. — Fig. 4. Derselbe im Längsschnitt. — Fig. 5. Keimling von *Triticum vulgare* im Längsschn. — In allen Figuren: *c* Kotyledo, *sp* Sproß. — Fig. 1—2 natürl. Gr.; Fig. 3—5 vergr. — Fig. 1—2 Original, 3—4 nach Baillon, 5 nach Sachs.

[37]) Damit steht es im Zusammenhang, daß die Bezeichnung der Früchte zumeist keine präzise ist, was insbes. in der Systematik sich störend bemerkbar macht und häufig zu einer Verwischung weentlicher Unterschiede führt. An ein paar Beispielen möge dies erläutert werden (vgl. Abb. 356): Die Frucht von *Lonicera* (Fig. 8) wird meist als eine „Beere" bezeichnet, geradeso wie die von *Vitis* (Fig. 7); und doch ist erstere ein aus zwei unterständigen Fruchtknoten entstandener Fruchtstand, letztere eine einfache, aus einem oberständigen Fruchtknoten hervorgegangene Frucht. In ähnlicher Weise ist die „Steinfrucht" von *Juglans* (Fig. 3 u. 4) morphologisch etwas ganz anderes (zwei-blättrige Scheinfrucht) als die „Steinfrucht" einer *Prunus* (Fig. 5 u. 6), die „Porenkapsel" von *Papaver* (Fig. 1) etwas ganz anderes als die von *Campanula* (Fig. 2). — Die Einf. einer präzisen Terminologie der Früchte hat G. Beck versucht: Vers. einer neuen Klassifik. d. Früchte, Verh. zool.-bot. Ges. Wien, XLI. Bd., 1891; Frucht und Same, in Handwörterb. d. Naturw., IV. Bd., 1913. — Vgl. auch Goby Ch., Classif. génét. d. fr. d. pl. ang. Annal. inst. ess. d. sem. Petrog., IV., 1921.

Üblicherweise werden folgende häufigere Fruchtformen unterschieden[38]).

A. Trockenfrüchte. Perikarp der reifen Frucht häutig, faserig, lederig oder holzig.

1. Reifes Perikarp geschlossen bleibend; Frucht zumeist einsamig, wodurch das Öffnen des Perikarps überflüssig erscheint: Schließfrüchte. Häufige Spezialfälle: Nuß, Perikarp meist holzig. — Achäne, Perikarp dem Samen dicht anliegend, Frucht aus einem unterständigen Gynöceum entstanden. — Caryopse, Perikarp mit dem Samen verwachsen; Frucht aus einem oberständigen Gynöceum hervorgegangen.

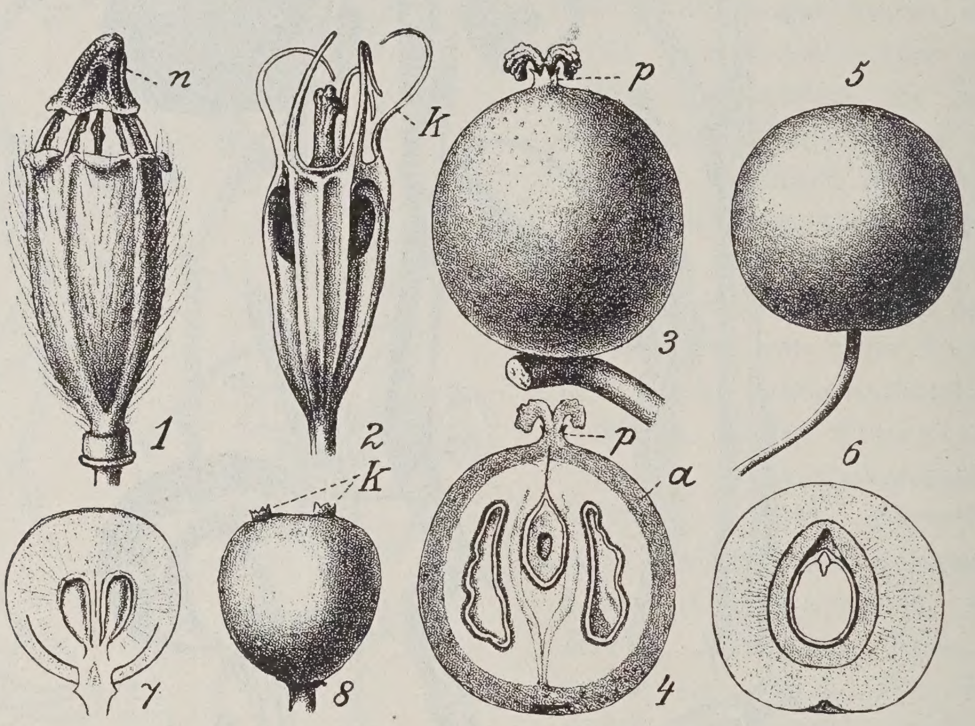


Abb. 356. Beispiele zur Erläuterung der Unzweckmäßigkeit der gebräuchlichen Terminologie der Früchte (vgl. Text S. 513). — Fig. 1. Porenkapsel von *Papaver caucasicum* (aus einem oberständigen Gynöceum entstanden; *n* Narbe). — Fig. 2. „Porenkapsel" von *Campanula patula* (Gynöceum unterständig; *k* Kelch). — Fig. 3. „Steinfrucht" von *Juglans regia* (2fäch. Scheinfrucht; *p* Perianth); Fig. 4 Längsschnitt davon, *a* Achse. — Fig. 5. Steinfrucht von *Prunus insititia*; Fig. 6 Längsschnitt davon. — Fig. 7. Beere v. *Vitis vinifera*, längs durchschnitten. — Fig. 8. „Beere" von *Lonicera alpigena* (aus zwei verwachsenen Scheinfrüchten bestehender Fruchtstand; *k* Kelch). — Fig. 1 u. 2 etwas vergr., sonst nat. Gr. — Original.

2. Reife Frucht in Stücke sich teilend, mehrsamig und sich bei der Reife in meist einsamige Stücke auflösend: Zerfallfrüchte. Spezialfälle:

[38]) Über den Bau der Samen und Früchte vgl. außer der auf S. 467 angegebenen allgemeinen Literatur: Gaertner J., De fruct. et semin. plant. Stuttgart 1788—1805. — Ralph Th., Icon. carpolog. London 1849. — Kraus G., Über den Bau trockener Perikarpien. Jahrb. f. wiss. Bot., V., 1866—1867. — Sempolowski A. Beitr. zur Kenntn. des Baues der Samenschale. Leipzig 1874. — Nobbe F., Handbuch der Samenkunde. Berlin 1876. — Lohde G., Entwicklungsgesch. u. Bau einig. Samenschal. Leipzig, 1874. — Godfrin J., Et. histol. s. l. tégum. sémin. des Angiosp. Nancy 1880. — Leclerc du Sablon, Rech. s. l. dehisc. d. fr. Ann. sc. nat., Bot., 7. sér., 18., 1884. — Lampe P., Bau und Entwicklung saftiger Früchte. Halle 1884. — Harz C. O., Landwirtsch. Samenkunde. Berlin 1885. — Reiche C., Anatomische Veränderungen, welche in den Perianthkreisen der

Spaltfrüchte, mehrfächerige Früchte, welche bei der Reife den Fächern entsprechend in Stücke zerfallen. — Bruchfrüchte, Früchte, die durch nicht den Trennungsflächen der Fächer entsprechende Spalten in Stücke zerfallen.

3. Reifes Perikarp sich in verschiedener Weise öffnend; Frucht meist mehrsamig und dann der Öffnungsmodus mit dem Entlassen der Samen zusammenhängend: Kapselfrüchte. Spezialfälle: Balgfrucht (Folliculus), Frucht aus einem Fruchtblatte gebildet, an der „Bauchnaht" aufspringend. — Hülse (Legumen), Frucht aus einem Fruchtblatte gebildet, an der „Bauch-" und „Rückennaht" aufspringend. — Schote (Siliqua), Frucht aus zwei fertilen Fruchtblättern gebildet, durch Ablösen von zwei Klappen sich öffnend. — Kapsel im engeren Sinne (Capsula), Frucht aus zwei bis mehreren Fruchtblättern gebildet, bei der Reife nicht in Stücke zerfallend, sondern sich in verschiedener Weise öffnend: Porenkapseln, Deckelkapseln, wandspaltige und fachspaltige Kapseln usw.

B. Saftige Früchte. Perikarp der reifen Frucht ganz oder zum Teile fleischig oder saftig.

1. Harte, den oder die Samen umgebende Hülle dem Perikarp angehörend. Steinfrüchte (Drupa).

2. Harte, die einzelnen Samen, respektive Embryonen umgebende Hüllen dem Samen angehörend: Beeren (Bacca).

Spezielle Anpassungen bewirken Formen, die sich diesem Schema nicht einfügen lassen; so gibt es Hülsen, die geschlossen bleiben, fleischige Früchte, welche kapselartig aufspringen, usw.

Phylogenie der Angiospermen[39]).

Zu den schwierigsten und die gesamte Systematik am stärksten beeinflussenden Fragen zählt die nach der phylogenetischen Ableitung der Angio-

---

Blüten während der Entwicklung der Frucht vor sich gehen. Jahrb. f. wiss. Bot., XVI., 1885. — Besser F., Entwicklungsgesch. u. vgl. Anat. von Blüten- und Fruchtstielen. Leipzig 1886. — Beck G. v., a. a. O. — Guignard L., Rech. s. l. devel. d. l. graine. Journ. de Bot., VII., 1893. — Wahl C., Vergl. Unters. über anat. Bau geflüg. Früchte u. Sa. Bibl. bot., 40, 1897. — Weberbauer A., Beitr. z. Anat. d. Kapselfr., Botan. Zentralbl., 1898. — Ohlendorf W. C., Anat. u. Biol. d. Fr. u. Sa. einh. Wasserpfl., Osnabrück 1907. — Guppy H. B., Stud. in seeds and fruits. London 1912. — Schoenichen W., Mikrosk. Unters. z. Biol. d. Samen in Fr., Freiburg i. B., 1922. — Wittmack L., Landw. Samenk., 2. Aufl., Berlin, 1922. — Über die Ökologie der Samen und Früchte vgl. die auf S. 400 zitierte Literatur, ferner: Lundström in Botan. Zentralbl., XXV., 1886. — Huth E., Schleuderfrüchte; Abh. Ver. Naturw. Frankfurt a. O. VIII., 1890; Über geo-, amphi- und heterocarpe Pfl., a. a. O. — Sernander R., Entw. ein. Monogr. der europ. Myrmekochoren. Kgl. Sv. Vetensk. Akad. Handl., 41., 1906, mit ausführl. Literaturverz. — Liebmann W., Die Schutzeinr. d. Sam. u. Fr.. Jenasche Zeitschr., 46., 1910. — Goebel K., Über Heterokarpie. Naturw. Wochenschr., N. F., X. Bd., 1911. — Theune E., Biolog. geok. Pfl., Beitr. z. Biol. d. Pfl., 13. Bd., 1916. — Ulbrich E., Deutsche Myrmekochoren. Berlin 1919.

[39]) Vgl. von neueren Arbeiten insbesondere: Delpino Fr., Applicazione di nuovi criterii per la classificazione delle piante. I—VI. Mem. Accad. Bologna, IV. Ser., Tom. IX u. X., V. Ser., Tom. I, III, VI. 1888—1896. — Engler A., Nachtr. zu Teil II—IV der nat. Pflanzenfam., S. 341ff. 1897. — Bessey C. E., Phylogeny and Taxonomy of the Angio-

spermen. Die Schwierigkeit wird insbesondere durch die außerordentlich große, den Überblick erschwerende Zahl der lebenden Angiospermen und durch den Mangel zweifelloser (rezenter oder fossiler) Zwischenformen zwischen den Angiospermen und anderen, als Vorläufer derselben in Betracht kommenden Gruppen bedingt; in diesen Schwierigkeiten liegt auch der Grund für die Tatsache, daß bisher eine allgemein befriedigende Beantwortung jener Frage noch nicht gegeben wurde.

Um der Klärung des Themas näher zu kommen, ist es zunächst nötig, die zweifellosen größeren Gruppen der Angiospermen festzustellen und unter diesen diejenige zu suchen, welche mit einiger Wahrscheinlichkeit als relativ ursprünglich angesehen werden kann.

Zwei ziemlich scharf geschiedene und darum längst feststehende Gruppen sind jene der Monocotyledonen und der Dicotyledonen; über die Unterschiede zwischen denselben vgl. S. 538. Eine vollständig getrennte phylogenetische Ableitung beider Gruppen erscheint in Anbetracht ihrer großen Übereinstimmung in wesentlichen Organisationseigentümlichkeiten nicht möglich. Speziell der Bau der Blüten, jener der Sexualorgane, der Verlauf der Befruchtung usw. zeigen so bedeutende Ähnlichkeiten bis in die feinsten Details, daß es entschieden zu weit gegangen wäre, wenn man diese Übereinstimmungen bloß als Ergebnis konvergenter Entwicklung ansehen

---

sperms. Botan. Gaz., XXIV., 1897; The phylog. taxon. of flow. pl. Ann. Min. bot. Gard., II., 1915; The origin of Anthoph. Ann. Rep. Michigan Sec. Sc., XVII., 1916. — Strasburger E. in Jahrb. f. wissensch. Bot., 1902. — Karsten G., Über die Entwickl. d. weibl. Blüten bei einigen Juglandaceen. Flora, 1902; Zur Phylogenie d. Angiosp., Zeitschr. f. Bot., X., 1918. — Hallier H., L'origine et le système phylétique des Angiosp. exposés à l'aide de leur arbre généal. Arch. Néerl. d. Sc. Exact. et Nat., sér. III. B, t. I., 1912, und die dort (p. 202) zitierten früheren Arbeiten d. Verf. — Jeffrey E. C. in Coulter and Chamberlain, Morphol. of Angiosp., p. 296, 1903. — Coulter J. M., The Phylogeny of Angiosperms, Decennial public. Univ. of Chicago, First Ser., Vol. X., 1903. — Benson M., The Orig. of Flow. Pl. N. Phytol., III., 1904. — Porsch O., Der Spaltöffnungsapparat im Lichte der Phylogenie. Jena 1905. — Oliver F. W., Pteridosp. and Angiosp. N. Phytol., V., 1906. — Arber E. A. N. and Parkin J., On the Origin of Angiosp., Journ. of Linn. Soc., XXXVIII., 1907 (deutsche Übers. v. O. Porsch in Öst. bot. Zeitschr., 1908); Stud. on the Evol. of the Angiosp. Ann. of Bot., XXII., 1908. — Cook O. F., Orig. and Evol. of Angiosp. Proc. Wash. Acad. of Sc., IX., 1907. — Bower F. O., The origin of a land flora. London 1908. — Sargant E., The Reconstr. of a Race of Prim. Ang. Ann. of Bot., XXII., 1908. — Worsdell W. C., The orig. of de Flow. Sc. Progr., II., 1907. — Wieland G. R., The Williamsonias of the Mixteca alta. Bot. Gaz., XLVIII., 1909. — Senn G., Die gegenw. Ström. in d. Syst. d. Blütenpfl. 1909. — Winkler Hub., Zur Kritik d. Ansichten von d. Entst. d. Angiospermenbl. Jahresb. d. Schles. Gesellsch., 1909. — Lotsy J. P., Vortr. üb. bot. Stammesgesch., III. Bd., 1911. — Sinnott E. W., Investig. on the phylog. of Angiosp. I. Am. Journ. of Bot., Vol. I., 1914. — Sinnott E. W. and Bailey J. W., Investig. on the phylog. of Angiosp., III., l. c.; V., l. c., Vol. II., 1915. — Diels L., Käferbl. bei d. *Ranales* u. ihre Bed. f. d. Phylog. d. Angiosp. Ber. d. deutsch. bot. Ges., XXXIV., 1916. — Mez C., Anleitg. zu sero-diagn. Unters. f. Bot. Bot. Archiv., I, 4., 1922. — Karsten G., Zur Phylog, d. Angiosp.. Zeitschr. f. Bot., X., 1918; in Lehrb. d. Bot. f. Hochsch., 16. Aufl., 1923. — Hallier H., Beitr. z. Kenntn. d. Linac., Beitr. z. bot. Centralbl., XXXIX., 2., 1921. — Hayata, The natural Classific. of pl. Icon. plant. Form., X., 1921. — Kusnetzow N. J., Les princ. etc. du syst. phylog. Bull. Jard. bot. Republ. Russe, XXI., 1922.

wollte. Wird in Erwägung gezogen, welche von diesen beiden Hauptgruppen von der anderen phylogenetisch abgeleitet werden könnte, so erscheint die Ableitung der Dicotyledonen von den Monocotyledonen absolut undurchführbar, dagegen bereitet die Ableitung der letzteren von den ersteren keine prinzipiellen Schwierigkeiten, unter der Voraussetzung, daß eine sehr

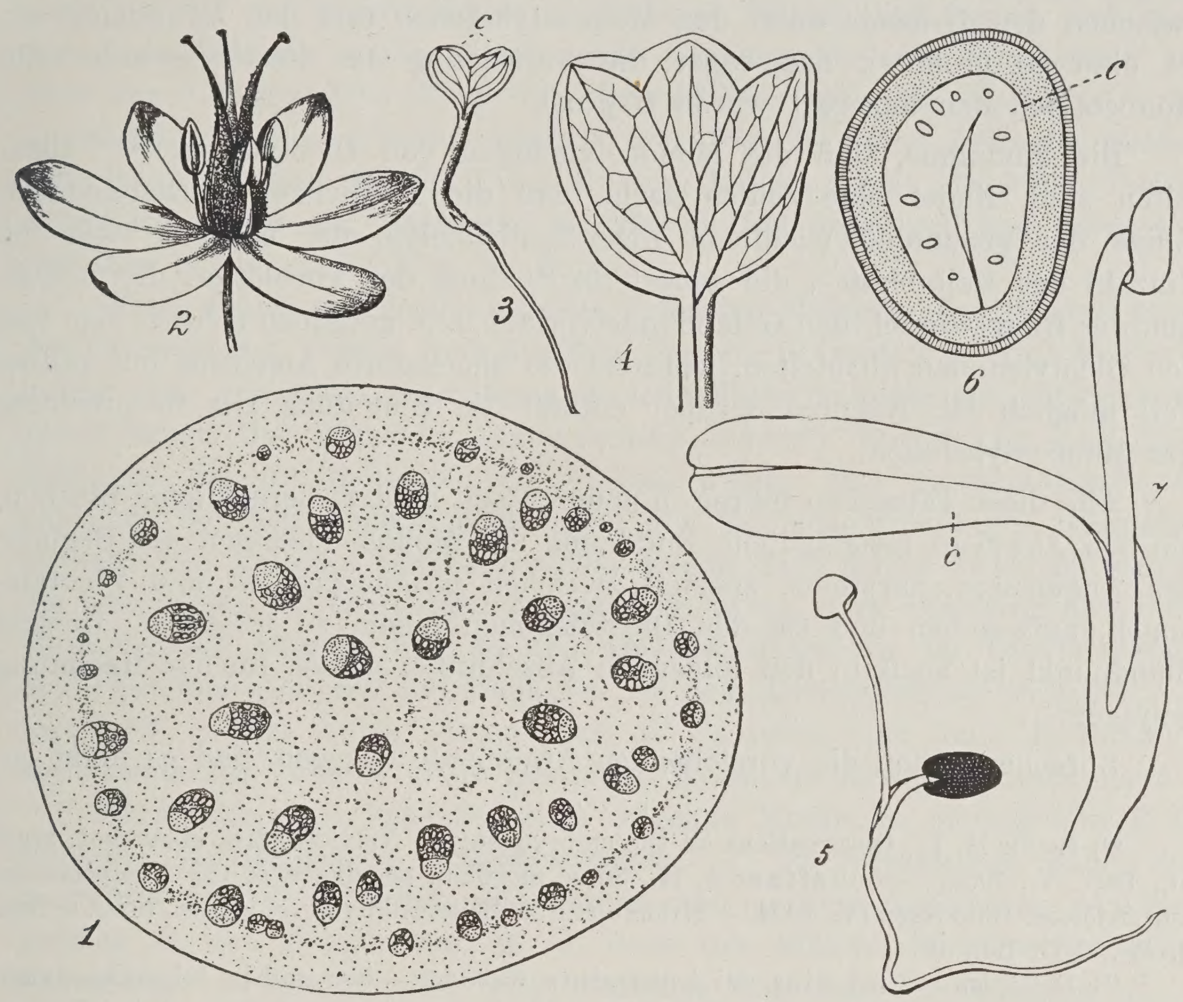


Abb. 357. An die Monocotyledonen erinnernde Eigentümlichkeiten bei Pflanzen aus der Reihe der *Polycarpicae*. — Fig. 1. Stengelquerschnitt von *Podophyllum peltatum* (*Berberidaceae*) mit zerstreuten Gefäßbündeln. — Fig. 2. Trimere Blüte von *Cabomba aquatica* (*Nymphaeaceae*). — Fig. 3. Keimling von *Ranunculus Ficaria* (*Ranunculaceae*) mit einem Keimblatt *c*, das durch Verwachsung zweier entstanden ist. — Fig. 4. Lamina dieses Keimblattes. — Fig. 5—7. *Jeffersonia diphylla* (*Berberidaceae*); Fig. 5 Keimling, die Keimblätter sind ganz mit einander verwachsen und treten nicht aus dem Samen hervor; Fig. 6 Querschnitt durch den Samen, *c* Keimblatt; Fig. 7 das von der Samenschale befreite Keimblatt *c*. — Fig. 2—7 schwach, 1 stärker vergr. — Fig. 2 nach Baillon, 1, 3—7 Original.

frühe Abzweigung der Monocotyledonen angenommen wird. Dabei weisen alle derartigen Versuche zunächst auf eine Gruppe der Dicotyledonen, und zwar auf die Reihe der *Polycarpicae*.

Dies stützt sich u. a. auf folgende Tatsachen: Ein dem anatomischen Bau des Stammes der Monocotyledonen ähnlicher Stammbau, bezw. Gefäßbündelbau findet sich bei vielen Nymphaeaceen, Ranunculaceen, Berberidaceen usw.; ähnliche Keimblattbildungen finden sich bei denselben Familien, ebenso Reduktion der Hauptwurzel; gleiche Eigentümlichkeiten der Pollen-

kornbildung und Endospermentwicklung finden sich bei Monocotyledonen und *Polycarpicae;* adossierte Vorblätter, die für die Monocotyledonen charakteristisch sind, auch bei Anonaceen und Aristolochiaceen; auch der Blütenbau innerhalb der Reihe der *Polycarpicae* zeigt deutliche Anklänge an den der Monocotyledonen (Abb. 357). So ist z. B. die Übereinstimmung zwischen den *Helobiae* unter den Monocotyledonen und den Nymphaeaceen ist eine so große[40]), daß sogar die Versetzung der letzteren unter die Monocotyledonen angeregt wurde (Lyon).

Die Annahme, daß die Monocotyledonen von Dicotyledonen[41]) abzuleiten sind, findet eine Stütze darin, daß die Möglichkeit vorhanden ist, einige der genannten wichtigen Eigentümlichkeiten der ersteren, wie die Einzahl des Keimblattes, die adossierte Stellung der Vorblätter, die Reduktion der Hauptwurzel, den Gefäßbündelverlauf u. a. geradezu schrittweise von den Dicotyledonen abzuleiten, während die umgekehrte Ableitung auf keinen Fall möglich ist. Näheres darüber enthält die Einleitung zur Besprechung der Monocotyledonen.

Alle diese Tatsachen führen in neuerer Zeit zu dem berechtigten Streben, die seit Jussieu festgehaltene Einfügung der Monocotyledonen am Beginne des Angiospermensystems, speziell zwischen Gymnospermen und Dicotyledonen, aufzugeben und sie den Dicotyledonen folgen zu lassen[42]). Diesem Standpunkt ist auch in den folgenden Abschnitten dieses Buches Rechnung getragen.

Sprechen schon die vorstehenden Argumente dagegen, daß es nötig ist,

---

[40]) Lyon H. L., Observations on the embryogeny of *Nelumbo.* Minnesota bot. stud. II., Part. V., 1901. — Schaffner J. H., Some morphol. peculiarit. of the *Nymphaeaceae* and *Helobiae.* Ohio Nat., IV., 1904. — Nitzschke J., Beitr. z. Phylog. d. Monoc. Beitr. z. Biol. d. Pfl., XII. Bd., 1914.

[41]) Dabei ist — und dies sei besonders betont — hier und im folgenden natürlich nicht an eine Ableitung der heute lebenden Formen von anderen rezenten Formen gedacht, sondern an eine Ableitung des einen Typus vom anderen.

[42]) Vgl. über die ganze Frage der Stellung der Monocotyledonen insb.: Fritsch K., Die Stellung der Monocotyledonen im Pflanzenr. Botan. Jahrb., Bd. XXXIV, Beibl. Nr. 79, S. 22. — Rendle A., The origin of Monocot. plants. Natural Sc., Vol. III., 1893. — Sargant E., The Evol. of Monoc., Bot. Gaz., XXXVII., 1904; The Early Hist. of Angiosp., Bot. Gaz., XXXIX., 1905. — Fries R. E., Ein unbeacht. geblieb. Monoc.-Merkmal b. d. Polycarp. Ber. d. deutsch. bot. Ges., XXIX., 1911. — Janchen E., Neuere Forsch.-Erg. üb. d. Abst. d. Monoc. Mitt. Naturw. Ver. Univ. Wien, XII., 1914. — Suessenguth K., Beitr. z. Kenntn. d. syst. Anschl. d. Monoc. Beih. bot. Zentralbl., Bd. XXXVIII., Abt. II, 1920. — Zinke W., Über das Assimilationsgewebe der Monokotylen und seine Verwendung in der Frage ihres systematischen Anschlusses. Botan. Archiv, Bd. V, Heft 1/2, 1924. — Für die Stellung des Monocot. am Ende des Angiospermen-Systems traten insbes. ein: Naegeli, Drude, K. Fritsch, Pfitzer, G. Karsten; für eine phylogenetische Ableitung der Monocotyledonen von den Dicotyled. äußerten sich u. a.: Strasburger, Sargant, Delpino, Flahault, Hallier, Jeffrey, Arber u. Parkin; eine entwicklungsgeschichtliche Parallelstellung der beiden Gruppen nahmen u. a. an: Naegeli, Kny, Drude, Warming, Engler, Nawaschin, Bessey, Coulter u. Chamberlain; die Möglichkeit einer Ableitung der Dicotyledonen von den Monocotyledonen wurde in neuerer Zeit nur von Čelakovský (1900), Lyon (1901) und Lindinger behauptet.

bei Erörterungen über die mutmaßliche phylogenetische Ableitung der Angiospermen die Monocotyledonen in Betracht zu ziehen, so erscheint dies um so mehr hinfällig, da es Typen, welche Kennzeichen großer Ursprünglichkeit besäßen, unter den Monocotyledonen gar nicht gibt.

Wir sind daher bei Betrachtungen über die Herkunft der Angiospermen zunächst auf die Dicotyledonen angewiesen. Bekanntlich lassen sich unter den Dicotyledonen wieder zwei große Gruppen, die der Sympetalen und jene der Choripetalen (über die Unterschiede vgl. das S. 539 Gesagte) unterscheiden. Die ersteren können hier füglich außer Betracht bleiben; denn darin stimmen alle Botaniker überein, daß sie relativ abgeleitete Formen enthalten; keines der Merkmale, welche wir bei ursprünglichen Formen zu erwarten haben, findet sich bei ihnen.

Wenn es sich nun darum handelt, unter den verbleibenden Dicotyledonen, den Choripetalen, relativ ursprüngliche Formen festzustellen, wird es zweckmäßig sein, vor allem klarzulegen, welche Eigentümlichkeiten entwicklungsgeschichtlich tief stehende Angiospermen besitzen dürften. Es liegt nahe, dabei an Eigentümlichkeiten zu denken, welche eine morphologische Annäherung der betreffenden Formen an den Gymnospermentypus beinhalten. Es wird dies wohl auf alle Fälle zulässig sein; denn selbst derjenige, welcher die heute lebenden Gymnospermen als durchwegs stark abgeleitet betrachtet, wird zugeben müssen, daß die Gesamtorganisation der Gymnospermen den Übergang von den Pteridophyten zu den Angiospermen vermittelt. Um jedoch in keiner Weise vorzugreifen, ist es nötig, nur jene Merkmale zu berücksichtigen, welche dem gesamten Gymnospermentypus zukommen.

Es werden also zunächst etwa folgende Merkmale phylogenetisch tief stehende Angiospermen charakterisieren: 1. im vegetativen Baue: Vorherrschen von Holzpflanzen und Fehlen oder geringe Ausbildung von Holzgefäßen in den Leitbündeln; 2. im Baue der Blüten: Vorherrschen eingeschlechtiger Blüten, Fehlen oder einfacher Bau des Perianthiums; 3. im Befruchtungsvorgange: Vorherrschen der Anemogamie, Ähnlichkeit im Verlaufe des Pollenschlauches mit jenem der Gymnospermen (endotropes Wachstum), relativ langes Zeitintervall zwischen dem Momente der Bestäubung und dem Eintritte der Befruchtung (Ausdruck der Herkunft der betreffenden Organe von einer eigenen Generation).

Suchen wir nun eine Gruppe von Choripetalen, bei welcher diese Merkmale stärker hervortreten, so treffen wir vor allem auf die der *Monochlamydeae* (vgl. S. 540), welche aus diesem Grunde auch in zahlreichen Systemen an den Beginn der Choripetalen gestellt wurde[43]). Bei den Monochlamydeen finden sich vorherrschend Holzpflanzen mit eingeschlechtigen, anemogamen Blüten, mit einfachen Perianthien, mit endotropem Pollenschlauchwachstume, mit relativ lange dauernder Entwicklung der dem Gametophyten entsprechenden Organe. Abgesehen von der geringen Ausbildung der Holzgefäße treffen mithin alle oben geforderten Merkmale zu.

[43]) Diese Auffassung der Monochlamydeen vertreten u. a. Warming, Drude, Nawaschin, Engler, Coulter und Chamberlain, Flahault.

Überdies wird vielfach eine zweite Gruppe von Choripetalen als ursprünglich angesehen, und zwar jene der *Polycarpicae*[44]). Das Fehlen von Holzgefäßen bei einzelnen Formen (*Magnoliaceae, Trochodendraceae*)[45]), das häufige Vorkommen von Holzpflanzen trifft hier zu. Die anderen der oben erwähnten Merkmale fehlen; doch sind andere Eigentümlichkeiten vorhanden, die auch eine relative Ursprünglichkeit andeuten, so die häufig azyklische Anordnung der Blütenorgane, Apokarpie, die Unbestimmtheit in der Zahl der Blütenteile, eine gewisse Ähnlichkeit in der Stellung der Samenanlagen auf den Fruchtblättern mit der bei den Cycadeen.

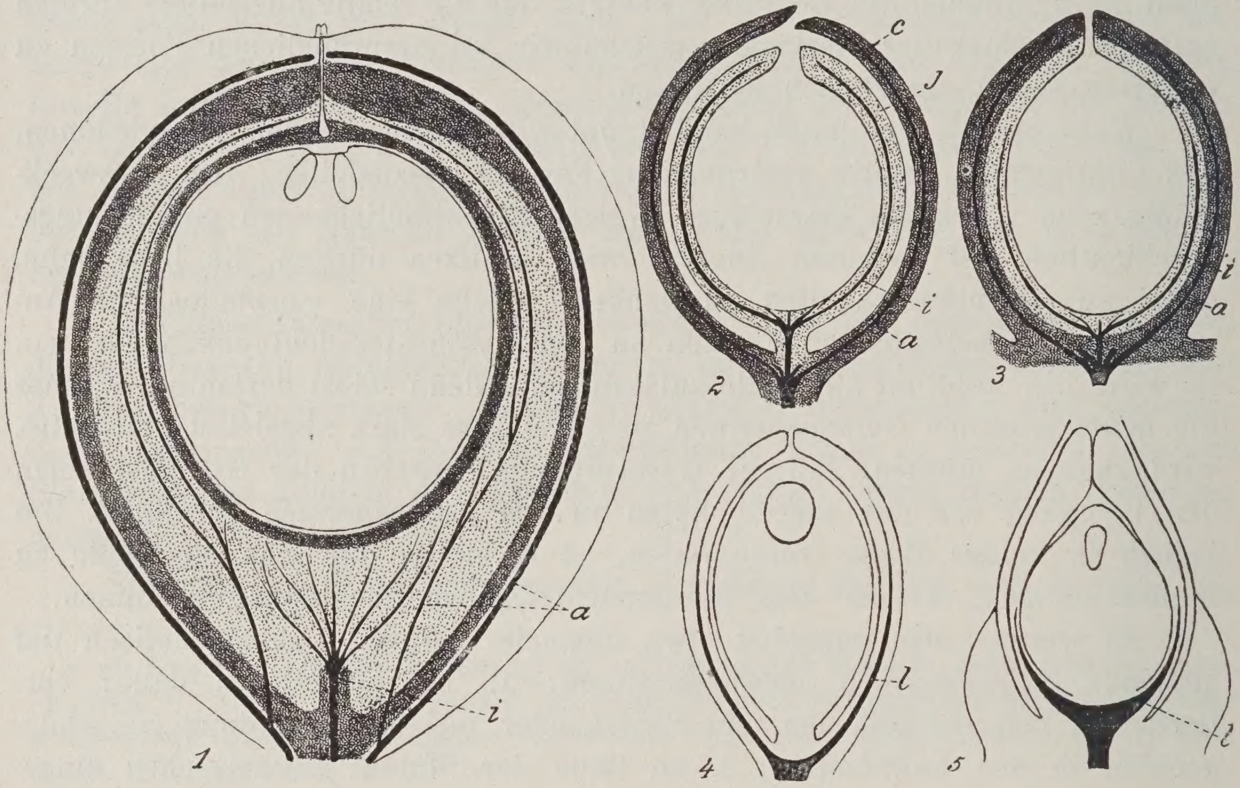


Abb. 358. Vergleichende Darstellung des Verlaufes von Leitbündeln in den Samenanlagen von Cycadofilicinen, Gymnospermen und Monochlamydeen. — Fig. 1. *Cycas circinalis*, Längsschn. d. d. Samenanlage; *a* äußere, *i* innere Leitbündel. — Fig. 2. *Lagenostoma*, schematisiert; *c* Cupula, *J* und *i* Integument. — Fig. 3. *Cycas*, schematisiert. — Fig. 4. *Gale belgica*. — Fig. 5. *Juglans regia*; *l* Leitbündel. — Fig. 1—3 nach Stopes, 4 nach Kershaw, 5 nach Benson.

Sind nun die *Monochlamydeae* oder die *Polycarpicae* die primitivsten unter den lebenden Dicotyledonen?

Die Beantwortung dieser wichtigen Frage hängt nicht bloß von der Beurteilung der Wichtigkeit der angegebenen, auf Ursprünglichkeit hindeutenden Merkmale, sondern auch von der Möglichkeit ab, eine mit allen Tatsachen im Einklange stehende Vorstellung von der Entstehung der Angiospermen zu gewinnen.

---

[44]) Für diese Auffassung sind u. a. Delpino, Hallier, Bessey, Wieland, Arber u. Parkin, Hubert Winkler, G. Karsten; vgl. die Literaturzitate auf S. 515 u. 516.

[45]) Dieses Fehlen hat an phylogenetischem Interesse wesentlich verloren durch den Nachweis seiner physiologischen Bedingtheit, vgl. Groom P., Ann. of Bot., 1910.

In der ersten Auflage dieses Buches (1907) wurden die Monochlamydeen mit Rücksicht auf ihre zahlreichen zweifellos ursprünglichen Charaktere als die entwicklungsgeschichtlich tiefst stehenden Dicotyledonen bezeichnet und der Versuch unternommen, deren Ableitung vom Typus der Gymnospermen zu erklären (Bd. II, S. 199 ff.). Die Möglichkeit einer solchen ungezwungenen und nahezu ganz auf wirklich vorhandene Formen basierten Erklärung war rückwirkend wieder eine Stütze für die Auffassung von der Stellung der Monochlamydeen. Eine Reihe seither gesammelter Erfahrungen bestätigt die Richtigkeit des eingenommenen Standpunktes; so sind Zwischenformen, welche bei der Erklärung des Zustandekommens der angiospermen Zwitterblüte früher theoretisch erschlossen werden mußten, als noch existierend nachgewiesen worden, z. B. zweigeschlechtige Infloreszenzen bei *Gnetinae* (z. B. *Ephedra*)[46]), bei denen in bezeichnender Weise auch Entomogamie vorkommt[47]), es sind Annäherungen im Baue des Gametophyten und im Befruchtungsvorgange der Gymnospermen an die Verhältnisse bei Angiospermen aufgedeckt worden[48]), es ist endlich ein neues primitives Merkmal der Monochlamydeen gefunden worden. Dieses Merkmal ist das Vorkommen von Leitbündeln im Integumente zahlreicher Monochlamydeen[49]), welches direkt anknüpft an das Verhalten von Gymnospermen[50]) (vgl. Abb. 358). Auch die starke Anteilnahme von vergrößerten Blatt- und Achsenbildungen an der Ausbildung des Fruchtstandes bei vielen Monochlamydeen (*Casuarinaceae, Betulaceae, Fagaceae, Juglandaceae* u. a.) erinnert stark an analoge Erscheinungen bei den Gymnospermen.

Dies und der Umstand, daß eine andere Ableitung der Dicotyledonen oder eine andere Erklärung der primitiven Eigentümlichkeiten der Monochlamydeen[51]) in überzeugender Weise noch

[46]) Wettstein R. v., Üb. d. Vork. zweigeschl. Infl. bei *Ephedra*. Festschr. nat. Ver. Univ. Wien, 1907.

[47]) Porsch O., in Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch., 1910 u. 1916.

[48]) Vgl. S. 458 u. 461.

[49]) Bisher nachgewiesen bei *Casuarinaceae, Betulaceae, Fagaceae, Juglandaceae, Julianiaceae, Myricaceae*, einzelnen *Moraceae* und *Salicaceae*. — Vgl. Kershaw E. M., The Struct. and Developm. of the Ovule of *Myrica Gale*, Ann. of Bot., XXIII., 1909. — Benson M. and Welsford E. J., The Morphol. of the Ovule and fem. flow. of *Juglans reg.* Ann. of Bot., XXIII., 1909. — Klebelsberg R. v., Üb. d. Samenanl. v. *Quercus* usw. Öst. bot. Zeitschr., LX., 1910 und die dort zitierte Literatur.

Wenn solche Bündel auch bei anderen Angiospermen vereinzelt vorkommen, so vermag dies den Wert des Merkmales nicht zu beeinträchtigen. Einerseits sind diese Pflanzen noch immer relativ primitiv (*Euphorbiaceae, Magnoliaceae, Ranunculaceae*), anderseits muß beachtet werden, daß niemals ein einzelnes Merkmal die Frage der phylogenetischen Stellung entscheiden kann, sondern nur das Zusammentreffen zahlreicher, im gleichen Sinne deutbarer Merkmale.

[50]) Bisher nachgewiesen für *Cycadofilicinae, Cycadinae, Ginkgoinae, Cephalotaxus, Torreya*. — Vgl. Oliver F. W., The ovules of the older Gymnosp. Ann. of Bot., XVII., 1904. — Stopes M. C., Beitr. z. Kenntn. d. Fortpflanzungsorg. d. Cycad. Flora, 95., 1904 und die dort zitierte Literatur.

[51]) Die Vertreter der Ansicht, daß die Monochlamydeen von Dialypetalen abzuleiten sind, weisen ihnen die allerverschiedensten Stellungen an; so stellt sie Hallier in die Nähe der *Terebinthales*, Mez sieht in ihnen das Endglied einer großen Entwicklungsreihe, die auf die *Berberidaceae* zurückgeht, Bessey verteilt sie unter die *Sapindales*, *Rosales* und *Malvales*

nicht gegeben wurde, sind die Gründe, warum auch im folgenden die Darstellung der phylogenetischen Entwicklung der Angiospermen auf der Auffassung der Monochlamydeen als der ursprünglichsten Angiospermen beruht.

Dieser Darstellung soll noch eine kurze Erörterung der Anschauungen, welche in den *Polycarpicae* die primitivsten der lebenden Dicotyledonen sehen, vorausgehen.

Diese Anschauungen stützen sich auf die schon erwähnten relativ ursprünglichen Merkmale der *Polycarpicae* und versuchen deren Ableitung einerseits vom Typus der *Bennettitinae*, bei welchem, wie auf S. 424ff. gezeigt wurde, tatsächlich Bildungen vorkommen, welche an die Blüten der Angiospermen erinnern, anderseits von den Coniferen oder *Gnetinae*.

Durch einen Vergleich der Abbildungen von Bennettitinenblüten auf S. 426—428 mit den Figuren in Abb. 359 und 360 werden die Theorien über die Entstehung der *Polycarpicae* aus *Bennettitinae*- ähnlichen Typen verständlich werden.

Es ist nicht zu leugnen, daß diese Theorien infolge ihrer scheinbaren Einfachheit etwas Bestechendes besitzen, und doch sprechen sehr gewichtige Gründe gegen sie.

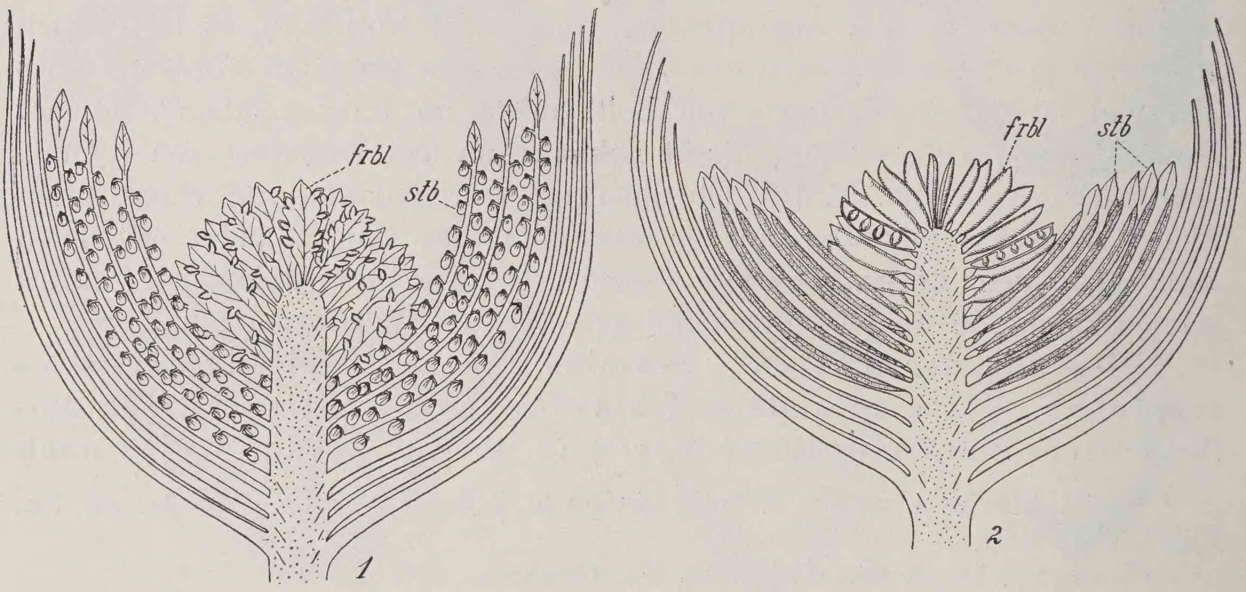


Abb. 359. Hypothetische Zwischenformen zwischen Bennettitinen-Blüten und Angiospermen-Blüten nach Arber und Parkin. — *frbl* Fruchtblätter, *stb* Staubblätter.

Sie beruhen vor allem auf der verbreiteten, in keiner Weise bewiesenen Lehrmeinung, daß die Fruchtknotenblätter der Angiospermen mit den Makrosporophyllen der Pteridophyten und Cycadinen homolog sind und daß die marginale Plazentation der Angiospermen die ursprüngliche ist. Diese hat schon immer zu Vergleichen mit der Stellung der Samenanlagen bei *Cycas* angeregt. An eine Ableitung der Angiospermen direkt von den *Cycadinae*, deren Blütenbildung ja nach einer ganz anderen Richtung geht, hat allerdings kaum jemand dabei gedacht, sondern es wurden die den Cycadinen nahestehenden *Bennettitinae* in Betracht gezogen. Gerade bei diesen ist aber das flache Fruchtblatt mit den randständigen Samenanlagen nicht vorhanden; an seine Stelle ist eine einzelne, endständige Samenanlage getreten. Es bedarf daher der Konstruktion vollständig hypothetischer Zwischenformen, wie solche die Abb. 359 und 360 zeigen, um den Übergang von den *Cycadinae* zu den Angiospermen herzustellen[52]). Es ist dabei zu beachten, daß die *Bennettitinae* schon zu einer Art „Angiospermie" (durch Zusammenschluß der Enden der Interseminal-Schuppen) gekommen sind, die allerdings von der der Angiospermen total abweicht.

Der Versuch, die Angiospermen von den *Bennettitinae* abzuleiten, hat viel Anklang gefunden, weil es sich bei letzteren scheinbar um tatsächlich fossil nachgewiesene Vorfahren

[52]) „un groupe encore inconnu, éteint, enfoui peut-être au fond du Pacifique" (Hallier).

der ersteren handelt. Darum ist wichtig zu betonen, daß die *Bennettitinae* selbst als Vorläufer der Angiospermen nach dem Gesagten gar nicht in Betracht kommen können, sondern daß sie bei der ganzen Erörterung nur insofern eine Rolle spielen, als ihr Blütenbau zur hypothetischen Konstruktion von Übergangsformen die Anregung gab.

Die *Bennettitinae*-Blüten sind wohl zweifellos das Endglied einer Entwicklung, geradeso wie die ♀ Blüten von *Welwitschia*; es hat sich hier dasselbe wiederholt, was bei phylogenetischen Entwicklungen sonst zu beobachten ist, daß es mehrfach zu A n s ä t z e n für eine bestimmte morphologische Gestaltung kam.

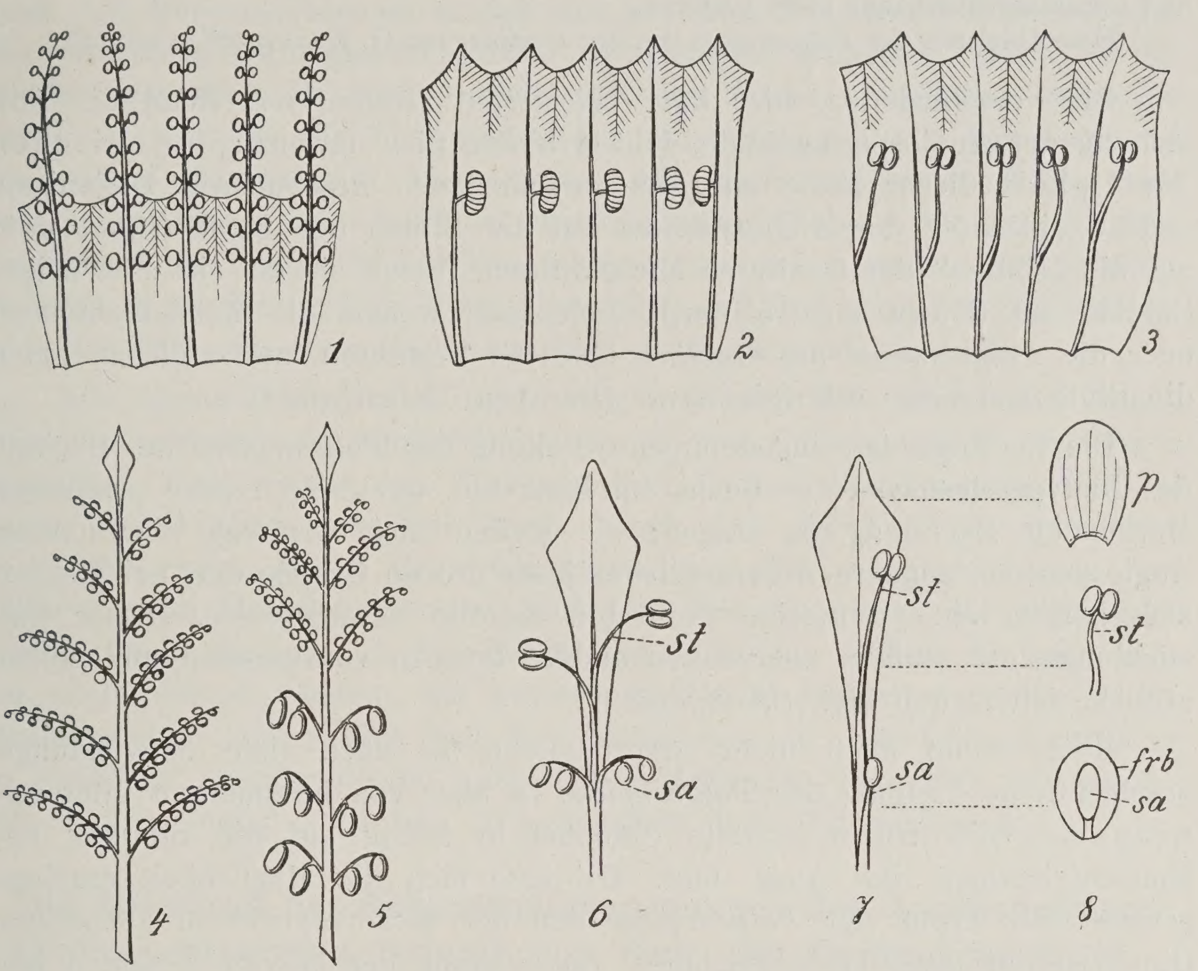


Abb. 360. Hypothetische Zwischenformen zwischen Bennettitinen-Blütenteilen und solchen von Angiospermen nach Wieland. — Fig. 1—3. Umwandlung des Staubblattkreises von *Cycadeoidea* in eine ♂ Blüte mit Perianth und Staubblättern. — Fig. 4—8. Umwandlung eines Sporophylls (4) in die Blätter der Angiospermenblüte (8) durch Differenzierung des Sporophylls in einen ♂ und einen ♀ Abschnitt (5) und fortschreitende Individualisierung der einzelnen Teile: *st* Staubblatt, *sa* Samenanlage, *frb* Fruchtblatt.

Da über den Bau des Gametophyten der *Bennettitinae* nur wenig bekannt ist, läßt sich natürlich darüber, ob in ihm eine Annäherung an die Angiospermen zu konstatieren ist, nichts sagen. Immerhin ist es wichtig zu konstatieren, daß auf der anderen Seite, bei den *Polycarpicae*, der Bau des Gametophyten schon so sehr dem entspricht, wie er bei den abgeleiteteren Angiospermen vorkommt[53]), daß daraus unmöglich ein Argument für die Herkunft der *Polycarpicae* von *Cycadinae*-ähnlichen Vorfahren abgeleitet werden kann.

---

[53]) S t r a s b u r g e r E., Die Samenanlage von *Drimys Winteri* und die Endospermbildung bei Angiospermen. Flora, 1905, Erg.-Bd., S. 215. — O e s A., Beitr. z. Entwicklungsgeschichte d. Anonac. Verh. Naturf. Ges. Basel, XXV., 1914. — M a n n e v a l W. E., The developm. of *Magnolia* etc., Bot. Gaz., LVII., 1914. — Ein vielzelliges sporogenes Gewebe,

Der Versuch der Ableitung der *Polycarpicae* von den *Coniferae* beruht auf sero-diagnostischen Untersuchungen[54]). Bei aller Wertschätzung der Bedeutung dieser Methode darf dieselbe doch nicht schematisch angewendet werden. Wirkliche Zusammenhänge dürfen wir nur annehmen, wenn sie morphologisch möglich sind. Eine direkte Ableitung der *Polycarpicae* von den *Coniferae* ist morphologisch unmöglich. Es ist verständlich, daß, je weiter zurück die genetischen Beziehungen zwischen heute lebenden Pflanzen liegen, die Ergebnisse der sero-diagnostischen Methode um so unsicherer werden; nur so ist es beispielsweise zu verstehen, daß nach dieser Methode genetische Beziehungen zwischen *Ginkgoinae* und *Cycadinae* überhaupt nicht bestehen.

Eine Ableitung der *Polycarpicae* von den *Gnetinae* hat G. Karsten[54a]) versucht.

Die verschiedenen, hier kurz skizzierten Lehren, betreffend die Entstehung der Angiospermenblüte, führen hinsichtlich der morphologischen Wertigkeit dieser Blüte zu ganz verschiedenen Ergebnissen. Diejenigen, welche die Blüte der Angiospermen auf die Blüten der *Bennettitinae* oder auf die „Blüten" der Coniferen zurückführen, fassen sie als ein einachsiges Gebilde auf (Euanthienlehren); diejenigen, welche die Monochlamydeen oder die *Polycarpicae* auf *Gnetinae*-ähnliche Verfahren zurückführen, leiten die Blüte von einer Infloreszenz ab (Pseudanthienlehren).

Die im folgenden angenommene Stellung der *Polycarpicae* am Beginne des Dialypetaleensystemes reicht durchaus hin, um ihren relativ primitiven Merkmalen Rechnung zu tragen; sie stellen nicht Anfänge der ganzen Angiospermen, sondern Anfangsglieder jener großen Gruppe dar, bei welcher sich bereits eine zwitterige Blüte mit Korolle herausbildete. Dieser Entwicklungsstufe mußten aber schon andere Formen vorausgehen und solche erblicke ich in den *Monochlamydeae.*

Diese wenn auch nicht ursprüngliche, so doch tiefe entwicklungsgeschichtliche Stellung der *Polycarpicae* ist aber von besonderem Interesse, wenn man das früher erzielte Ergebnis in bezug auf die Stellung der Monocotyledonen ins Auge faßt. Es hatte sich die Möglichkeit ergeben, gerade vom Typus der *Polycarpicae* den der Monocotyledonen abzuleiten. Die zweifellos weit zurückreichende Entwicklung der Monocotyledonen läßt sich mit der hier angenommenen Stellung der *Polycarpicae* ebenso in Einklang bringen, wie das schon erwähnte Fehlen wirklich ursprünglicher Formen bei den Monocotyledonen, das bei diesem Ursprunge ganz verständlich ist.

Es ist noch nötig, die im vorstehenden vertretene Auffassung mit den Ergebnissen der Phytopaläontologie zu vergleichen. Leider läßt dieselbe in bezug auf die Frage der Herkunft der Angiospermen sehr im Stiche. In paläolithischen Ablagerungen, in Trias- und Juraschichten ist bisher keine

---

wie es bei *Polycarpicae* vorkommt (vgl. Karsten G. in Zeitschr. f. Bot., 10. Jahrg., 1918), findet sich auch bei den *Monochlamydeae* (z. B. *Casuarinaceae*, *Betulaceae*, *Fagaceae* u. a.), aber auch bei Rosaceen, Compositen u. a.

[54]) Vgl. Die Literaturzitate und Ausführungen auf S. 413, ferner Mez C. in Botan. Arch. I., 4., 1922.

[54a]) Karsten G., Zur Phylogenie der Angiospermen, Zeitschr. f. Bot., 10. Jahrg., Heft 7, 1918.

sichere angiosperme Pflanze gefunden worden. Die ersten zweifellosen Angiospermenreste finden sich in den Kreideablagerungen, und zwar sofort in großem Formenreichtume, so daß wir gezwungen sind, frühere Entwicklungsstadien in den der Kreide vorangehenden Zeitperioden anzunehmen, von denen aber bisher nichts gefunden, beziehungsweise erkannt werden konnte. Unter den Kreidefossilien sind bereits alle Gruppen vertreten, die in der vorhergehenden Erörterung besprochen wurden: Monochlamydeen, *Polycarpicae* und Monocotyledonen, so daß sich aus dem zeitlichen Auftreten nichts über die entwicklungsgeschichtlichen Beziehungen entnehmen läßt; nur das relativ hohe Alter aller drei Gruppen läßt sich daraus erschließen. Immerhin auffallend und für die hier vertretenen Anschauungen mit beweisend ist das starke prozentuelle Hervortreten der Monochlamydeen. Nach einer Zusammenstellung Besseys[55]) machen dieselben 61 bis 64% der dicotylen Kreideflora aus (gegen 32 bis 34% Dialypetalen und 4 bis 5% Sympetalen), während in der Jetztzeit die Monochlamydeen auf 15% gesunken, die Dialypetalen auf 36%, die Sympetalen auf 48% gestiegen sind.

Aus diesen Darlegungen ergibt sich, daß nach dem derzeitigen Stande unserer Kenntnisse die Monochlamydeen als jene Gruppe von Dicotyledonen anzusehen sind, welche den Übergang vom Typus der Gymnospermen zu jenem der Angiospermen vermitteln. Wenn dies der Fall ist, dann muß es möglich sein, diesen Entwicklungsgang aus den morphologischen Verhältnissen der Monochlamydeen abzuleiten. Dies für einige der wichtigsten Organe zu versuchen, ist der Zweck der folgenden Zeilen. Es wird sich vor allem darum handeln, die Entstehung der so typisch gebauten angiospermen Blüte zu erklären und die Veränderung im Befruchtungsvorgange zu verfolgen; denn in diesen beiden Ausgestaltungen liegt doch der wesentlichste Unterschied zwischen Angiospermen und Gymnospermen.

Die Ableitung des Befruchtungsvorganges der Angiospermen (Pollenschlauchwachstum) von dem der Gymnospermen[56]).

Daß bei aller Verschiedenheit die sexuellen Fortpflanzungsorgane der Angiospermen jenen der Gymnospermen durchaus homolog sind, wurde schon auf S. 273 ff. hervorgehoben; auf S. 494 wurde speziell gezeigt, daß es möglich ist, den Embryosack der Angiospermen auf das weibliche Prothallium der Gymnospermen mit seinen Archegonien zurückzuführen; eine prinzipielle Schwierigkeit stellt sich daher dem Versuche, den Befruchtungsvorgang der ersteren in seinen Einzelheiten von jenem der letzteren abzuleiten, nicht in den Weg.

---

[55]) Vgl. Bessey in Botanic. Gazette, Vol. XXIV, 1897, S. 135. — Von neueren Arbeiten über Kreidefloren vgl.: Stopes M. C. and Fujii K., Stud. on the struct. and affin. of cretac. pl. Phil. Transact. Roy. Soc., Ser. B., Vol. 210, 1910. — Berry E. W., The lower cret. flor. of the world. Maryland Geol. Surv., 1911.

[56]) Vgl. Wettstein R. v., Der Ursprung des Pollenschlauches. Vorl. Mitt. Naturw. Rundschau, XXI. Jahrg., Nr. 38, 1906.

Bei den Angiospermen findet die Befruchtung durchwegs durch einen Pollenschlauch statt, welcher die Überleitung der generativen Kerne des Pollenkornes zum Eiapparate vermittelt. Bei den höher organisierten Angiospermen erfolgt das Wachstum des Pollenschlauches von der Narbe zur Mikropyle in durchaus geregelter Weise mit Benützung des kürzesten Weges (Abweichungen bei abgeleiteten Formen vgl. S. 501). Diese Regelmäßigkeit des Verlaufes hat sich erst allmählich entwickelt und es ist von Interesse, diesen Entwicklungsgang zu verfolgen. Die Gruppe der ***Monochlamydeae*** zeigt ihn ganz deutlich; Abb. 361 erläutert ihn in einer Reihe schematischer Bilder.

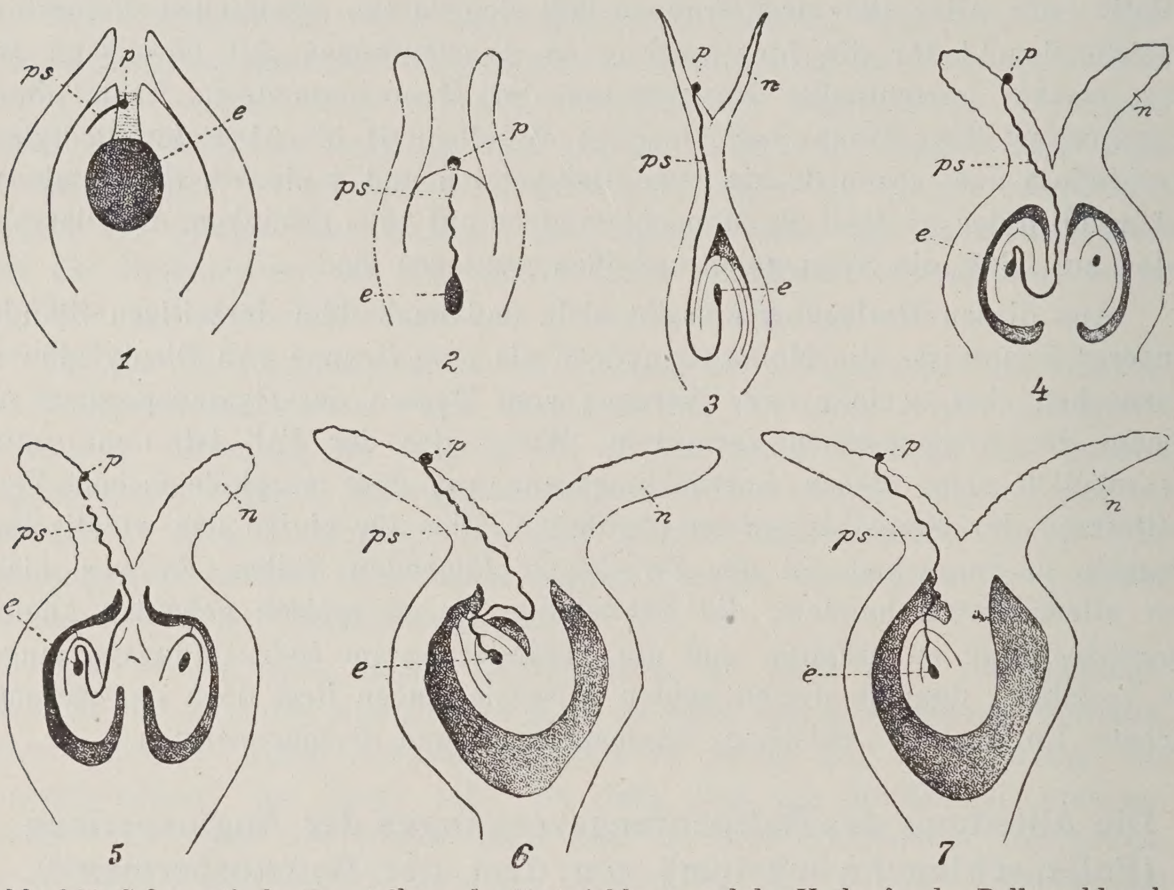


Abb. 361. Schematische Darstellung der Entwicklung und des Verlaufes des Pollenschlauches bei den Gymnospermen und Angiospermen. Nähere Erläuterung im Texte. In allen Figuren bedeutet *p* Pollenkorn, *ps* Pollenschlauch, *e* Endosperm, beziehungsweise Embryosack, *n* Narbe. — Zum Teil nach Nawaschin.

Zur Erklärung sei folgendes hinzugefügt:

Bei den niedrigst stehenden Gymnospermen vollzieht sich schon der Übergang von der Spermatozoidenbefruchtung zur Bildung eines Pollenschlauches. Bei den *Cycadinae* und *Ginkgoinae* finden wir noch Ausbildung von je zwei Spermatozoiden, welche im Wasser schwimmend zur Eizelle gelangen, zu gleicher Zeit aber auch schon die Anlage des ersten Pollenschlauches, der hier als Befestigungs- und wohl auch Ernährungsorgan fungiert (Abb. 361, Fig. 1 *ps*; vgl. auch Fig. 7 in Abb. 281 und Fig. 2 und 4 in Abb. 291) und zu diesem Zwecke in das Gewebe des Nucellus hineinwächst. Wie die Ausführungen auf S. 268ff. ergeben haben, ist dieser Pollenschlauch phylogenetisch auf die vegetative Endzelle des rudimentären männ-

lichen Prothalliums der heterosporen Pteridophyten zurückzuführen, d. h. mit ihr homolog. War einmal diese schlauchförmige Verlängerung vorhanden und hatte diese die Fähigkeit des Wachstums durch das Gewebe des Nucellus erworben, so lag die Ausnützung derselben zur Überleitung der generativen Kerne zu den Eizellen nahe. Tatsächlich finden wir auch bei den übrigen Gymnospermen, wie dieser Schlauch durch das Gewebe des Nucellus zu den Eizellen wächst und die Befruchtung vermittelt (Fig. 2, *Taxus*). Die Ausbildung der geschlossenen Fruchtknotenhülle bei den einfachsten Angiospermen verhindert den Zutritt des Pollenkornes zum Nucellus; der Pollenschlauch behielt die Fähigkeit des Wachstums durch das Gewebe bei und wuchs nun durch das Fruchtknotenblatt und den Funiculus zur Samenanlage, um durch die Chalaza in dieselbe einzudringen (Fig. 3, *Casuarina*) (Chalazogamie). Der Vorgang ist leicht verständlich; der Pollenschlauch folgte hierbei dem vorhandenen Stranggewebe; eine Abkürzung des Weges war noch nicht nötig, da, wie S. 519 erwähnt, die Entwicklung der Samenlage sehr langsam vor sich geht. Mit der Zeit, je rascher nämlich die Reifung der Samenanlage erfolgte, wurde jedoch diese erblich festgehaltene Abhängigkeit des Pollenschlauchwachstums von einem ununterbrochenen Gewebe nachteilig, da hierdurch ein relativ weiter Weg nötig wurde; es ist ganz verständlich, daß sich allmählich das Einschlagen eines kürzeren Weges durch die Mikropyle, also die Porogamie, herausbildete. Durch die S. 495 zitierten Arbeiten Nawaschins und seiner Schule ist es gelungen, innerhalb der Monochlamydeen eine nahezu lückenlose Reihe von Übergangsformen von der Chalazogamie zur Porogamie nachzuweisen. Fig. 4 zeigt den Verlauf des Pollenschlauches bei *Alnus* (der Pollenschlauch *ps* tritt durch die Chalaza in die Samenanlage ein, wendet sich aber dann so, daß er die Eizelle von oben, also in der Richtung von der Mikropyle erreicht); Fig. 5 illustriert eine weitere Abkürzung des Weges, wie sie sich bei *Betula* findet; sehr lehrreich ist der Vorgang bei *Ulmus* (Fig. 6), wo das äußere Integument auf der Seite des Funiculus eine Brücke bildet, welche die Überleitung des Pollenschlauches aus dem Funiculus zur Mikropyle vermittelt. In analoger Weise ermöglicht, beziehungsweise erleichtert diese Überleitung bei den Santalaceen die schlauchförmige Verlängerung des Embryosackes, bei den Euphorbiaceen und anderen Familien die Ausbildung eines Gewebes, das üblicherweise als Obturator bezeichnet wird. Fig. 7 endlich zeigt den aus Fig. 6 leicht ableitbaren Fall der typischen Porogamie, bei welcher der Pollenschlauch zur Abkürzung des Weges einen mehr oder minder großen Raum der Fruchtknotenhöhlung durchwächst. Dieser allmähliche Übergang von dem vollständig endotropen Verlaufe des Pollenschlauches bis zur typischen Porogamie findet sich nicht nur bei den hier als Beispielen angeführten Pflanzen, sondern bei einer großen Anzahl von Familien der Monochlamydeen (*Casuarinaceae*[57]), *Betulaceae*[58]), *Juglandaceae*[58]), *Ulmaceae*[58]),

[57]) Vgl. die S. 495 zitierte Abhandlung von Treub.

[58]) Vgl. die S. 495, 501 u. 502 zitierten Abhandlungen von Nawaschin, Billings, Benson u. a.

Urticaceae[59]), *Santalaceae*[60]), *Euphorbiaceae*[61] usw.) und illustriert einerseits die Entstehung des Pollenschlauchverlaufes der Angiospermen aus dem der Gymnospermen, wie er anderseits die Monochlamydeen als ursprüngliche Angiospermentypen charakterisiert. Das Vorkommen endotropen Verlaufes des Pollenschlauches bei stärker abgeleiteten Angiospermenfamilien (*Cucurbitaceae, Rosaceae,* vgl. 501) vermag dies keineswegs zu widerlegen, weil es ja immer möglich ist, daß eine Eigentümlichkeit, welche in gewissen Fällen ein ursprüngliches Verhalten anzeigt, sich bei abgeleiteten Formen sekundär wieder bildet (vgl. die Apetalie gewisser Rosaceen, die Anemogamie einzelner Rosaceen u. dgl.); zudem verdient hervorgehoben zu werden, daß echte Chalazogamie in diesen Fällen nicht vorkommt (vgl. Anm. 26 auf S. 501.

Die Entwicklung der Blüte der Angiospermen aus derjenigen der Gymnospermen[62]).

Bei aller Mannigfaltigkeit im Baue der Blüten der Angiospermen ist es doch möglich, für denselben ein Schema zu konstruieren, wie dies etwa Fig. 5 und 6 in Abb. 362 diagrammatisch darstellen. Die Abweichungen von diesem „Typus" beruhen auf der Vermehrung oder Verminderung der Wirtelzahl oder der Zahl der Glieder eines Wirtels, auf der Veränderung der Stellung der Organe zueinander, auf der Veränderung der Symmetrieverhältnisse usw. und bereiten einem Erklärungsversuche keine prinzipiellen Schwierigkeiten.

Viel größer sind die Schwierigkeiten, wenn der Versuch gemacht wird, das Zustandekommen dieses Typus phylogenetisch zu erklären. Ein solcher Erklärungsversuch muß — und dies gilt von allen phylogenetischen Erklärungsversuchen — nicht bloß morphologisch zulässig, sondern auch ökologisch verständlich sein, wenn er ganz befriedigen soll.

Die Schwierigkeiten, die sich in diesem Falle entgegenstellen, werden sofort klar, wenn wir auf jene Bildungen zurückblicken, auf welche nach dem derzeitigen Stande unserer Kenntnisse die Blüten der Angiospermen entwicklungsgeschichtlich zurückgeführt werden können, und das sind die Blüten der Gymnospermen. Die zu erklärenden Abweichungen von diesen bestehen insbesondere im folgenden:

1. Alle Blüten der lebenden Gymnospermen sind eingeschlechtig, ohne daß irgend etwas für eine ehemalige allgemeine Zwitterigkeit sprechen würde — die Blüten der meisten Angiospermen sind zwitterig.

---

[59]) Vgl. die S. 501 zitierten Abhandlungen von Zinger und Modilewsky.

[60]) Vgl. Guignard L., Observ. s. l. Santalac. Ann. d. sc. nat., Bot., 7. sér., t. II., 1885.

[61]) Vgl. Schweiger J., Beitr. z. Kenntn. d. Samenentw. d. Euph. Flora, 1905, S. 339.

[62]) Zur Vermeidung von Mißverständnissen betone ich nochmals, daß hiebei nicht die Blüten der heutigen Gymnospermen in Betracht kommen, sondern der Blütentypus gemeint ist, wie er sich bei den Gymnospermen findet.

2. Bei Gymnospermen kommen wohl gelegentlich aus Blättern gebildete Perianthien vor — die typische Angiospermenblüte besitzt aber ein doppeltes Perianthium (Kelch und Korolle), dessen Wirtel ganz wesentlich verschieden sind.

3. Die Stellung der Blütenorgane stimmt bei den Gymnospermen im wesentlichen mit der der vegetativen Blätter überein — bei den meisten Angiospermen tritt die zyklische Anordnung der Blütenteile oder wenigstens eine von der Stellung der vegetativen Blätter abweichende Anordnung derselben typisch hervor.

4. Die Staubblätter der Gymnospermen zeigen alle Übergänge vom Sporophyll mit zahlreichen Pollensäcken auf der Unterseite bis zum Staubblatte mit zwei Pollensäcken — die Staubgefäße der Angiospermen besitzen

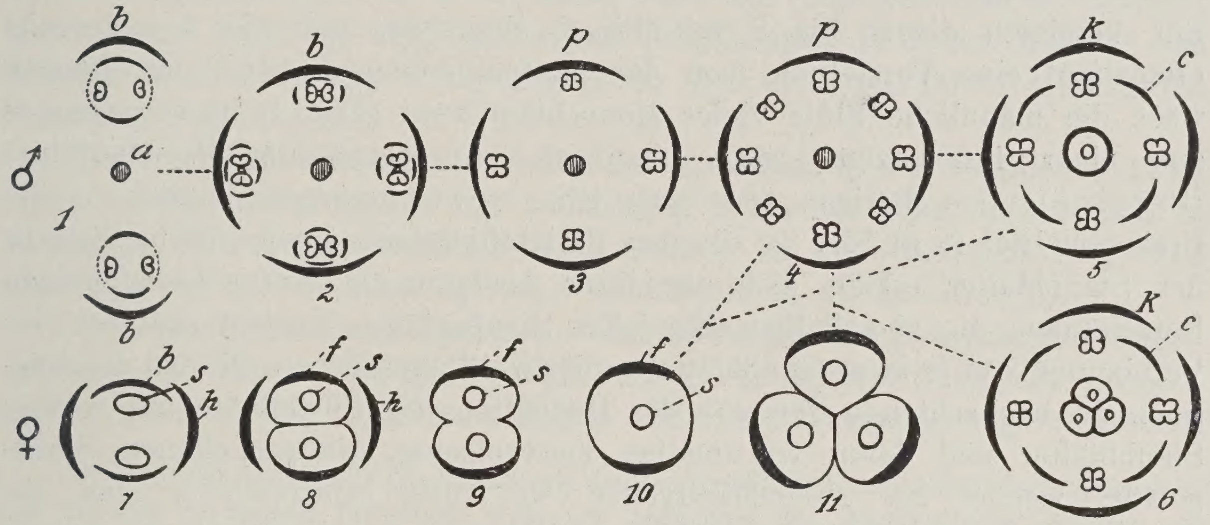


Abb. 362. Schematische Darstellung der Ableitung der zwitterigen und mit doppeltem Perianthium versehenen Angiospermenblüte (Fig. 5 u. 6) von der Infloreszenz der Gymnospermen (Fig. 1). Nähere Erläuterung im Text. In den Figuren bedeutet *a* Achsenende, *b* Deckblatt, *h* Hochblatt, *p* Perianth, *k* Kelch, *c* Korolle, *s* Samenanlage, *f* Fruchtknotenblatt. — Original.

typisch vier Pollensäcke, welche unmöglich auf Bildungen der Blattunterseite zurückgeführt werden können.

5. Die Samenanlagen der Gymnospermen stehen entweder auf Fruchtblättern oder — bei allen abgeleiteteren Formen — frei in der Achsel von Deckblättern. Die Samenanlagen der Angiospermen finden sich im Innern von aus Blattgebilden zusammengesetzten Fruchtknoten.

Die Aufklärung dieser Abweichungen in morphologischer und biologischer Hinsicht ist nicht leicht. Der im folgenden gegebene Erklärungsversuch[63]) geht von der früher begründeten Annahme aus, daß die Monochlamydeen die einfachsten Angiospermen darstellen und daß sie sich vom Typus der Gymnospermen ableiten lassen. Zur Erläuterung diene das vorstehende Schema[64]) (Abb. 362).

[63]) Vgl. 1. Aufl., II. Bd., S. 202, 1903.

[64]) Es muß hier wieder betont werden, daß, wenn in dem Schema Blüten bestimmter Gattungen dargestellt sind, damit natürlich nicht gemeint ist, daß den betreffenden

Die Eingeschlechtigkeit der Blüten, welche für alle rezenten Gymnospermen charakteristisch ist, blieb zunächst bei den Angiospermen jedenfalls noch erhalten, weshalb wir fürs erste die Entwicklung der männlichen und weiblichen Blüte getrennt behandeln können.

Fig. 1 bis 4 zeigen die Entwicklung der männlichen Blüte und Fig. 3 stellt jenen Typus derselben dar, der bei den Monochlamydeen sehr häufig ist: einfaches hochblattartiges Perianth mit den Perianthblättern superponierten Staubgefäßen und je vier Pollensäcken in diesen. Die Entstehung dieser männlichen Blüte aus der männlichen Infloreszenz der Gymnospermen (vgl. z. B. *Ephedra*, Fig. 1) macht *Casuarina* (Fig. 2) verständlich. Hier finden sich in den Achseln wirtelig gestellter Blätter *(b)* männliche Blüten, welche aus je zwei miteinander verwachsenen Staubblättern und einem im Schwinden begriffenen, manchmal ganz fehlenden Perianthium bestehen. Ein Vergleich dieser Fig. 2 mit Fig. 1 einerseits, mit Fig. 3 anderseits ermöglicht eine Vorstellung von der angenommenen Entwicklung. Danach wäre die männliche Blüte vieler Monochlamydeen (Fig. 3) hervorgegangen aus einer Infloreszenz, wäre demnach ein sogenanntes Pseudanthium (Delpino). Das Perigon *(p)* entspricht entwicklungsgeschichtlich einem Brakteenwirtel (*b* in Fig. 2); die den Perianthblättern superponierte Stellung der Staubblätter erklärt sich aus ihrer Abstammung von achselständigen Einzelblüten, die vier Pollensäcke jedes Staubgefäßes ergeben sich aus der Verbindung von je zwei Staubblättern mit zwei Pollensäcken. Die bei den Gnetinen zu beobachtende Tendenz der Reduktion der Einzelblüte auf wenige Staubblätter und deren vollständige Verwachsung, die gespaltenen Staubgefäße, welche bei Monochlamydeen so häufig auftreten[65]), sind Erscheinungen, welche mit der gegebenen Deutung ganz im Einklange stehen.

Diese Umwandlung der männlichen Infloreszenz der Gymnospermen in männliche Einzelblüten stellt das erste Stadium in der Entwicklung der männlichen Angiospermenblüte dar.

Das zweite Stadium ist charakterisiert durch eine Vergrößerung der Zahl der Staubgefäße, welche, unter Beibehaltung des Gesamtbaues der Blüte, bei zahlreichen Monochlamydeen zu beobachten ist (Fig. 4); eine solche Vermehrung ist im Laufe der Entwicklung der Angiospermen so oft eingetreten, daß die Annahme eines solchen Vorganges keinerlei Schwierigkeiten begegnet; aus rein mechanischen Gründen kann bei Vermehrung der Staubgefäße deren den Perianthblättern superponierte Stellung nicht durchaus beibehalten werden, sondern es wird ein Teil der neu auftretenden Staubgefäße mit den Perianthblättern alternieren müssen.

Gattungen selbst die sich aus dem Schema ergebende phylogenetische Stellung zukommt; die Anführung der Gattungen will nur zeigen, daß in dem hier in Betracht gezogenen Formenkreise der Monochlamydeen der betreffende Typus heute noch vorkommt. — Es ist im Rahmen dieses Buches nicht möglich, eingehender den Beweis für die Zulässigkeit des obigen Erklärungsversuches zu erbringen, ich behalte mir denselben vor, wie überhaupt die ausführlichere Begründung hier vorgeführter abweichender Anschauungen.

[65]) Ivancich A., Der Bau der Filamente der Amentaceen. Österr. bot. Zeitschr., LVI. Bd., 1906.

Das dritte Stadium ist mit der Ausbildung der Korolle aus dem Andrözeum erreicht, wie dies ein Vergleich der Fig. 5 mit Fig. 4 ergibt. Dabei kann sich ein Teil der Staubgefäße ganz in Petalen umgewandelt haben (analoges heute noch bei den Caryophyllaceen, Ranunculaceen usw.) oder die letzteren können aus einem die Staubblätter verbindenden Gewebe hervorgegangen sein (ähnliches bei den rezenten Amarantaceen und Dichapetalaceen, vgl. Abb. 578 und 595[66]). Dadurch wird das bisherige einfache Perianthium, das, wie wir sahen, aus Brakteen hervorgegangen ist, zum Kelche (Fig. 5 *k*), die Korolle tritt neu hinzu. Daß zwischen Kelch und Korolle gerade bei vielen relativ tiefstehenden Dicotyledonen ein recht großer Unterschied besteht, der auf verschiedene Herkunft hinweist, ist seit langem bekannt; ebenso, daß vieles für eine Ableitung des Korollblattes von Staubgefäßen spricht[67]). Besonders bei den hier zunächst in Betracht kommenden Familien sind die nahen Beziehungen zwischen Korolle und Staubgefäßen sehr klar (*Caryophyllaceae* und die mit ihnen verwandten Familien, *Polycarpicae*).

Bevor ich zu einer Besprechung der Entwicklung der weiblichen Blüte und des Zustandekommens der zwitterigen Blüte übergehe, möchte ich es versuchen, die unterschiedenen drei Stadien in der Entwicklung der männlichen Blüte ökologisch verständlich zu machen[68]).

Fast sämtliche Gymnospermen sind windblütig; die Mehrzahl der Angiospermen ist insektenblütig. Es liegt nahe, die Umwandlung der Gymnospermenblüte in die Angiospermenblüte mit dieser Neuanpassung[69]) in einen

[66]) Möglicherweise fällt dieser Fall mit dem ersterwähnten zusammen, dann handelt es sich bei den petaloiden Bildungen nicht um Anhängsel des Staminaltubus, sondern um Staminodien.

[67]) Candolle A. P. de, Organographie végét., p. 400ff. in d. Übers., 1827, bzw. 1828. — Goebel K., Beitr. zur Kenntn. gefüllt. Blüten. Jahrb. f. wissensch. Bot., XVII. Bd., 1886; Organographie, II. Bd., S. 726. — Prantl K., Beitr. zur Morphol. und Syst. der Ranunculac. Bot. Jahrb., IX., S. 225. — Pax F., Allg. Morphol. d. Pfl., S. 212. Stuttgart 1890. — Delpino F., Pensieri sulla metamorfosi e sulla idiomorfosi presso le piante vascolari. Mem. Bologna, 1892. — Murbeck S., Üb. staminale Pseudapetalie etc., Lands Univ. Årskr., 1918.

[68]) Vgl. auch Müller H., Über den Ursprung der Blumen, in Kosmos, Zeitschr. f. einheitliche Weltansch. 1877.

[69]) Mit der Erklärung des Entstehens der typischen Angiospermenblüte durch Anpassung an die Insektenbestäubpng stehen die Ergebnisse der Paläontologie in vollster Übereinstimmung. Wie auf S. 525 erwähnt wurde, treten die ersten sicheren Angiospermen in der Kreidezeit auf. Vor der Kreidezeit gab es auch keine blumenbesuchenden Insekten. Der freundlichen Mitteilung des Herrn Direktors Hofrat Dr. A. Handlirsch (vgl. auch dessen vorl. Mitt.: „Über die Insekten der Vorwelt und ihre Beziehungen zu den Pflanzen“ [Verh. d. zool.-bot. Ges. in Wien, 1904, S. 114] sowie dessen Werk „Die fossilen Insekten“, [Leipzig 1906—1908]) verdanke ich folgende Daten: Im Jura gab es schon Lepidopteren, aber nur solche Formen, welche keine Saugrüssel hatten und keine Blumen besuchten (*Palaeontinidae* Handl.); auch Dipteren sind im Jura schon reich vertreten, es finden sich aber nur *Orthorrhapha* (*Tipulidae*, *Bibionidae*, *Empidae* usw.), die nicht oder nur ausnahmsweise Honigsauger sind. Die Familie der *Nemestrinidae*, deren meiste rezenten Vertreter Honigsauger sind, ist durch eine Form vertreten, die einen ganz kurzen Rüssel besaß. Von Hymenopteren finden sich im Jura nur Siriciden und Ichneumoniden mit kurzen beißenden

Zusammenhang zu bringen. Ich glaube, daß dies auch möglich ist. Stadium 1 (vgl. S. 530) ist gleichbedeutend mit einem Reduktionsprozesse der männlichen Blüten; derselbe ist die direkte Fortsetzung des Reduktionsprozesses, den die Gymnospermen in ihrer Gesamtheit aufweisen. Die Pflanze ist noch anemogam, die trotzdem eintretende Reduktion der männlichen Blüten, d. h. die Verkleinerung der Pollenmenge hängt wohl mit der Erhöhung der Wahrscheinlichkeit der Befruchtung zusammen, welche eine Folge der Ausbildung von Narben als Auffangorgane für den Pollen ist. Die Wahrscheinlichkeit der Befruchtung ist bei den einfacheren Gymnospermen eine viel geringere; die größere Zahl der Staubblätter und Pollensäcke ist hier eine Notwendigkeit; je größer die Wahrscheinlichkeit der Befruchtung durch die Ausbildung einer entsprechenden Narbe wird, desto mehr ist eine Vereinfachung der Blüte auf Kosten der Pollenmenge möglich. Auch die bei den Monochlamydeen noch so häufige Vereinigung der Blüten zu vielblütigen Infloreszenzen trägt zur Möglichkeit der Vereinfachung der Einzelblüte bei.

Im Stadium 2 (vgl. S. 530) erfolgt wieder eine Vermehrung der pollenbildenden Organe. Es kann dies zum Teil durch eine Verringerung der Zahl der Blüten erklärt werden, in noch viel höherem Maße aber wohl durch das Eintreten des ersten Blütenbesuches durch Insekten. Die erste Veranlassung zum Besuche der Blüten durch Insekten bildete wohl in der Regel[70]) das Einsammeln von Pollen durch die Tiere[71]). Dies mußte aber das Vorkommen jener Blüten fördern, welche imstande waren, mehr Pollen zu produzieren, so daß ein Teil desselben den Tieren geopfert werden konnte, ohne die Wahrscheinlichkeit der Bestäubung damit herabzusetzen.

Der Besuch durch Insekten bedeutet aber das Eintreten eines wichtigen Selektionsfaktors, welcher die Weiterentwicklung jener Blüten begünstigte, in denen ein Teil der Staubgefäße fertil blieb, während ein anderer Teil zu Anlockungsmitteln für Insekten (zu Nektarien oder bunten Petalen) wurde[72]). Damit war aber das dritte Stadium in der Entwicklung der Angiospermenblüte erreicht.

Diese ökologische Erklärung der angenommenen Bildungsvorgänge macht es auch ganz verständlich, daß zugleich mit dem Übergange von Stadium

---

Mundteilen. Aus der Kreide sind wenig Insekten bekannt; im Tertiär finden sich bereits alle heute lebenden größeren Gruppen; fast alle Familien und zahlreiche blütenbesuchende Formen wurden schon nachgewiesen.

[70]) Dies schließt nicht aus, daß in einzelnen Fällen Sekretionen irgendwelcher Art, speziell Nektarsekretion, den ersten Insektenbesuch veranlaßten.

[71]) In dieser Hinsicht ist es sehr lehrreich, daß gerade unter den Monochlamydeen neben Windblumen auch Pollenblumen häufig vorkommen (*Salicaceae*, *Ulmaceae*, *Castanea* usw.), daß der älteste Typus unter den rezenten Schmetterlingen (*Eriocephala calthella*) pollenfressend ist, daß bei der Bestäubung von Monochlamydeen und relativ ursprünglichen Dialypetaleen heute noch pollenfressende Käfer eine ziemlich große Rolle spielen. Vgl. auch die S. 516 zitierten Arbeiten von Karsten und Diels.

[72]) Ein Dimorphismus im Andrözeum tritt auch sonst in Blüten ein, die den Pollen als Nahrung den Insekten darbieten („Pollenblumen“). Vgl. P. Knuth, Handb. der Blütenbiolog., I. Bd., S. 127, 1898.

2 in das Stadium 3 (vgl. S. 531) der männlichen Blüte ein Zwitterigwerden der Blüte eintreten mußte. Ein Insektenbesuch war für die Pflanze nur wertvoll, wenn die Tiere nicht nur mit den Staubgefäßen, sondern auch mit den Narben in Berührung kamen; da den weiblichen Blüten die erwähnten primären Anlockungsmittel (Pollen und aus den Staubgefäßen hervorgegangene Petalen) fehlten, so mußten jene Fälle durch Selektion außerordentlich gefördert werden, in denen zufällig eine Vereinigung der männlichen und weiblichen Organe, also eine zwitterige Blüte zustande kam; der Eintritt der Pollenverbreitung durch Insekten hatte somit das Zwitterigwerden der Blüte zur notwendigen Folge[73]).

Der angenommene Entwicklungsgang macht aber nicht bloß das Zwitterigwerden der Blüte verständlich, sondern er stützt sich auch wieder auf Vorgänge, die dasselbe morphologisch möglich erscheinen lassen. Die Fig. 7 bis 11 der Abb. 362 zeigen schematisch die Umwandlung einer sehr vereinfachten weiblichen Infloreszenz einer hochstehenden Gymnosperme (z. B. vom Typus *Ephedra*, Fig. 7) in die weibliche Einzelblüte der einfachsten Angiospermen (z. B. vom Typus *Casuarina*, Fig. 8). Geradeso wie bei den männlichen Blüten die Vereinigung von zwei Staubblättern zu einem Staubgefäße erfolgte, so ging bei den weiblichen Blüten die Vereinigung von zwei getrennten Deckblättern zu einem Fruchtknoten vor sich. Fig. 9—11 zeigen Modifikationen des in Fig. 8 dargestellten Fruchtknotenbaues (Einfächerigkeit, Einzahl der Samenanlage, Vermehrung der Fruchtknotenblätter), wie sie bei Monochlamydeen vorkommen und leicht verständlich sind. Wäre die männliche Blüte der Monochlamydeen entwicklungsgeschichtlich eine Einzelblüte, so wäre das Hineinverlegen der weiblichen Blüte in dieselbe (und darin besteht das Entstehen einer Zwitterblüte) morphologisch nicht leicht zu verstehen; nachdem aber, wie wir gesehen haben, die männliche Blüte von einer Infloreszenz mit freiem Achsenende abgeleitet werden kann, ist der Vorgang der Hineinverlegung einer vereinfachten weiblichen Infloreszenz oder einer weiblichen Blüte in das Zentrum derselben morphologisch verständlich[74]).

Demnach ist der Fruchtknoten der Angiospermen aus dem Brakteenwirtel der weiblichen Infloreszenzen der höheren Gymnospermen hervorgegangen. Damit steht in vollem Einklange, daß die Samenanlagen der meisten Monochlamydeen zentral stehen oder eine Stellung

---

[73]) Eine Ausnahme war dann möglich, wenn in der weiblichen Blüte nektarabsondernde Organe zur Entwicklung kamen und Insekten eine Rolle spielten, welche Pollen und Nektar sammelten; dann konnte die Pflanze eingeschlechtig bleiben; selbstverständlich waren aber auch in diesen Fällen zwitterige Blüten günstiger.

[74]) Überaus lehrreich ist es in dieser Hinsicht, daß es in neuerer Zeit (Wettstein R. v., Üb. d. Vork. zweigeschl. Infl. bei *Ephedra*. Festschr. nat. Ver. Univ. Wien, 1907) gelang, bei einer *Ephedra* zu konstatieren, daß der hier für die einfachen Angiospermen theoretisch konstruierte Vorgang, bei einer hochstehenden Gymnosperme tatsächlich vorkommt (vgl. Abb. 364). Der Fall gewinnt an Interesse und Beweiskraft dadurch, daß festgestellt wurde (vgl. Porsch O. in Ber. d. deutsch. bot. Ges., 1910), daß gerade diese *Ephedra* entomogam ist, wobei der Bestäubungstropfen als Nektartropfen fungiert. Auch auf die

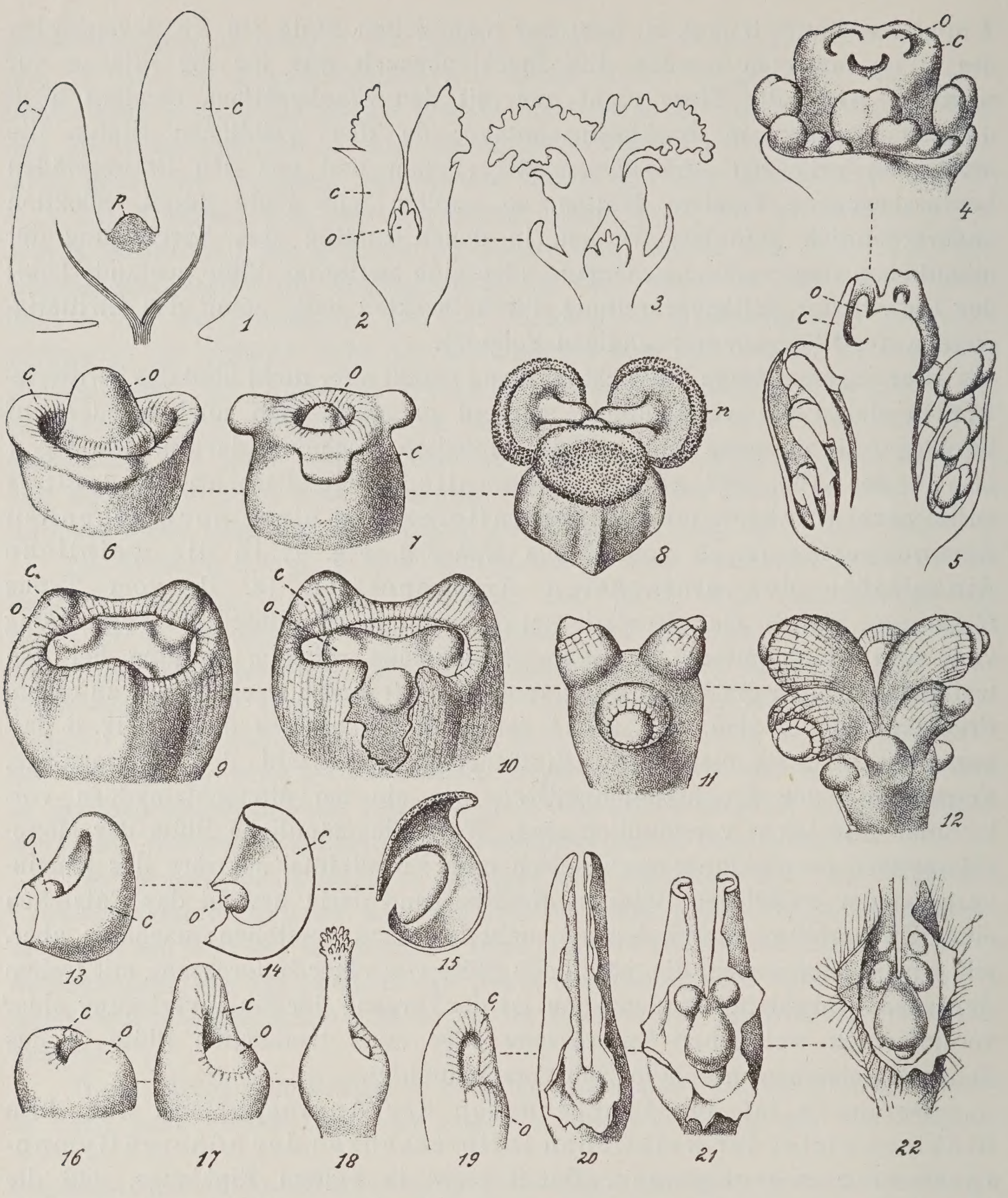


Abb. 363. Plazentation und Entstehung der Samenanlagen bei Monochlamydeen und einigen ihnen nahestehenden Dialypetaleen. *o* bedeutet in allen Fällen die Samenanlage, *c* das Karpid. Fig. 1—3 zeigen das Auftreten der Plazenta, bzw. der Samenanlage zentral zwischen den Karpiden, Fig. 4—22 das Auftreten der Samenanlage in der Achsel des Karpids. Fig. 12 illustriert die Vermehrung der Samenanlagen bei zentraler, Fig. 21 u. 22 bei marginaler Plazentation. — Fig. 1. *Betula*, Längsschnitt durch eine ganz junge Blütenanlage, *p* Plazenta. — Fig. 2 u. 3. *Juglans*. — Fig. 4 u. 5. *Euphorbia*, Anlage eines Cyathiums. — Fig. 6—8. Fruchtknotenentwicklung von *Rheum*. — Fig. 9—10. Dasselbe von *Celosia*; Fig. 11 u. 12. Plazenten mit den Samenanlagen davon. — Fig. 13—15. Fruchtknotenentwicklung von *Ranunculus*. — Fig. 16—18. Dasselbe von *Parietaria*. — Fig. 19—22. *Clematis*; Fig. 19 Anlage des Karpids mit der Samenanlage; Fig. 20—22 das herangewachsene Karpid, am Rücken geöffnet, die primären und die sekundären Samenanlagen, letztere am Rand des Karpids zeigend. — Vergr. — Fig. 1 nach Streicher, 2 u. 3 nach Karsten, 4—22 nach Payer.

einnehmen, die sich von der zentralen leicht ableiten läßt[75]) (vgl. Abb. 363), daß schon bei Gymnospermen die Brakteen durch Verwachsung zu einer gemeinsamen Hülle (z. B. bei *Ephedra*) oder durch Narbenfunktionen (z. B. bei *Araucaria, Agathis*) wie die Fruchtknotenblätter fungieren, daß schon bei Gymnospermen (z. B. *Ephedra*) einzelne, durch Verwachsung von zweien entstandene Samenanlagen, umgeben von zwei Deckblättern, vorkommen.

Die hier dargelegte Annahme, betreffend die Entstehung der zwitterigen Angiospermenblüte, findet eine Stütze in dem Umstande, daß gerade Infloreszenzen mit sehr vereinfachten Blüten und zentralgestellten weiblichen Blüten bei mehreren Familien der Monochlamydeen (Urticaceen, Euphorbiaceen usw.) vorkommen, daß auch nicht selten bei den Monochlamydeen zwischen normalen eingeschlechtigen Blüten zwitterige auftreten. Das, was hier heute gelegentlich vorkommt, kann auch in der Vergangenheit vorgekommen und zum Ausgangspunkte für ein später typisch auftretendes Entwicklungsstadium geworden sein.

War einmal die angiosperme Zwitterblüte mit doppeltem Perianthium (Fig. 5 und 6) gebildet, so konnte die Fortentwicklung jeder einzelnen Organkategorie nach den verschiedensten Richtungen zu jener Mannigfaltigkeit führen, die uns heute in den Blüten der Angiospermen entgegentritt. Diese Mannigfaltigkeit wurde gewiß durch den Umstand gefördert, daß nicht nur Einwirkungen der verschiedensten Lebensbedingungen zur Geltung kamen, sondern auch Selektion durch die in immer größerem Formenreichtume auftretende Tierwelt.

Ich glaube, daß die in den vorstehenden Zeilen gegebene Darstellung des Entwicklungsganges der angiospermen Blüte den früher aufgestellten Forderungen nach morphologischer Zulässigkeit und ökologischer Erklärbarkeit entspricht und daher eine Deutung von großem Wahrscheinlichkeitswerte enthält.

Es ist aber durchaus nicht nötig anzunehmen, daß die einzelnen Stadien dieser Entwicklung sich nur einmal einstellten, es ist im Gegenteile wahrscheinlich, daß sie mit Modifikationen in mehreren Entwicklungsreihen auftraten. So scheint es mir, daß bei der in der folgenden systematischen Behandlung mit den *Fagales* beginnenden und mit den *Urticales* (bzw. *Piperales*) abschließenden Reihengruppe die Entwicklung in der dargestellten Art und Weise verlief, ebenso in der Reihe der *Centrospermae* und in jener der *Tricoccae*, dann in der Reihe der *Polycarpicae*, daß dagegen die Entwicklung in der Reihengruppe

---

zweigeschlechtigen Infloreszenzen einzelner *Gnetum*-Arten (vgl. S. 456) und auf die ♂ „Blüten“ von *Welwitschia* sei hier vergleichsweise hingewiesen.

[75]) Daraus ergibt sich, daß die zentrale Plazentation der Angiospermen als die ursprüngliche erscheint, die marginale als die abgeleitete. Die „Sohlenbildung“ der Karpelle ist leicht auf jene zentrale Plazentation zurückzuführen, denn hier steht die Samenanlage noch geradezu in der Achsel des Karpells. Daß bei Vermehrung der Zahl der Samenanlagen dieselben an dem am längsten in meristematischen Zustand verbleibenden Rande der Carpelle entstehen, ist verständlich. — Zu welch gekünstelten Annahmen mußte die Auffassung der marginalen Plazentation als der „typischen“ greifen, um die zentrale Plazentation begreiflich zu machen!

der *Proteales* und *Santalales* einen etwas abweichenden Verlauf nahm, indem das einfache Perianthium selbst sehr bald korollinische Beschaffenheit annahm; bei den *Polygonales* tritt die Tendenz der Bildung eines zweiwirteligen Perianthiums durch Verschiebungen im einwirteligen hervor, innerhalb der *Polycarpicae* zeigt sich hie und da auch die Tendenz der Einbeziehung des primären Perianthiums in die „Blumenkrone" mit der Ausbildung eines sekundären Kelches aus Hochblättern.

Die hier in Kürze dargelegten Vorstellungen über die Phylogenie der Angiospermen kommen in der folgenden systematischen Aufzählung so weit als möglich zur Geltung. Es werden demnach die Monocotyledonen an das Ende des Systemes gestellt; das System der Dicotyledonen beginnt mit den Monochlamydeen, die als wichtige Entwicklungsstufe von den übrigen Dicotyledonen als eigene Gruppe abgetrennt werden.

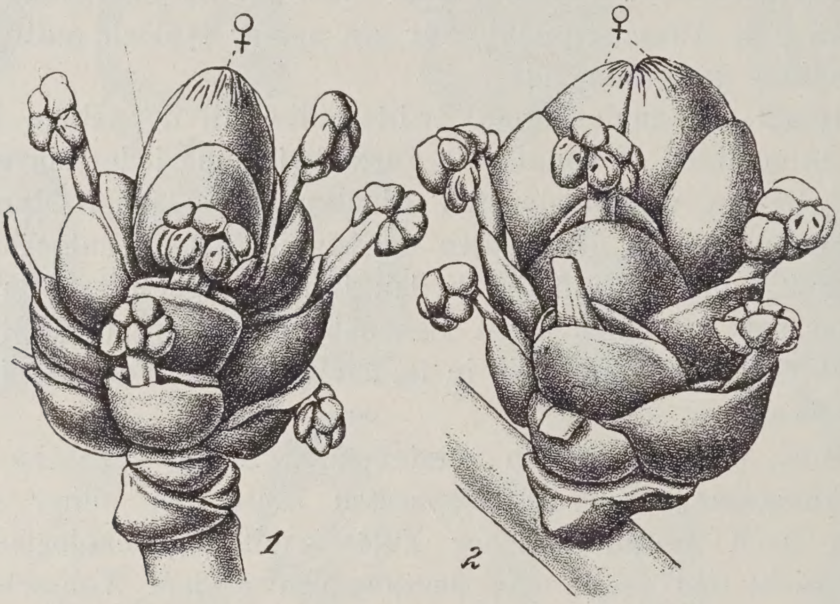


Abb. 364. Zweigeschlechtige Infloreszenz von *Ephedra campylopoda* von zwei Seiten gesehen. Im unteren Teil die ♂ Blüten, oben zwei ♀. (Die Abbildung stellt ein Stadium dar, in welchem die Integumentröhren der ♀ Blüten nicht zu sehen sind.) — 6fach vergr. — Original.

Ein vollständiger Aufbau des Angiospermensystems nach phylogenetischen Gesichtspunkten ist derzeit noch nicht möglich; die unendliche Mannigfaltigkeit und der Formenreichtum erfordern noch eine große Menge von Einzeluntersuchungen. Vorläufig bleibt nichts anderes übrig, als zunächst möglichst natürliche Familien zu umgrenzen, Stücke des phylogenetischen Systemes durch Zusammenfassung verwandter Familien zu Reihen zu konstruieren und diese so weit als möglich nach entwicklungsgeschichtlichen Gesichtspunkten anzuordnen[76]. Wenn wir dabei überblicken, was in bezug auf den Ausbau des phylogenetischen Systemes im Laufe jahrzehntelanger Arbeit schon erreicht wurde, dann dürfen wir auch von der Zukunft bei Festhalten an diesem Verfahren

[76]) Über neuere Versuche, das System der Angiospermen nach phylogenetischen Gesichtspunkten auszubauen, vgl. insbesondere die S. 516 angegebenen Arbeiten von Hallier, Bessey, Lotsy, Mez und Hayata.

noch wertvolle Aufklärungen erwarten; dieser Rückblick belehrt uns aber auch, daß es zweckmäßiger ist, mit Zugrundelegung des bisher Aufgebauten allmählich vorzuschreiten, als vorschnell auf Grund einzelner und noch nicht hinlänglich erprobter Erfahrungen mit einem Schlage wesentlichere Änderungen vorzunehmen.

Eine schließliche Darstellung der Phylogenie der Angiospermen in Form eines linearen Systemes dürfte überhaupt unmöglich sein, da jeder einzelne Typus zum Ausgangspunkte für zahlreiche Nebenreihen werden kann; mehr noch als bei jeder anderen Gruppe des Pflanzenreiches gilt hier das auf S. 13 Gesagte, daß ein System die Merkmale eines Kompromisses zwischen den Ergebnissen der phylogenetischen Forschung und den Anforderungen des praktischen Bedürfnisses an sich tragen muß.

Leitende Gesichtspunkte bei der systematischen Anordnung der Angiospermen.

Für die Systematik der Cormophyten, von den Bryophyten bis zu den einfachsten Angiospermen, war es möglich, die großen Züge der Entwicklung aufzudecken und den systematischen Aufbau danach einzurichten. Als einen solchen Zug erkannten wir zunächst die zunehmende Unabhängigkeit eines großen Teiles der Pflanze von der dauernden Gegenwart liquiden Wassers, d. h. die Anpassung an das Landleben, die erst zuletzt bei dem Befruchtungsvorgange eintrat. Die Unabhängigkeit des letzteren vom Wasser war erreicht, als die Übertragung des Pollens durch den Wind erfolgte und das Pollenkorn die Fähigkeit erwarb, einen zu der Eizelle wachsenden Pollenschlauch zu treiben. Nun erfolgte eine Anpassung an eine andere, sicherere Übertragung des Pollens, nämlich an die durch Tiere. Mit der Vollendung dieser Anpassung war die morphologische Ausbildung der zwitterigen Dicotylenblüte mit doppeltem Perianthium erreicht.

Für die weitere Entwicklung fehlt uns ein derartiger gemeinsamer Zug[77]), wir sind in höherem Maße auf eine bloße Abschätzung der morphologischen Eigentümlichkeiten angewiesen und dies bewirkt naturgemäß, daß die Resultate oft mehr subjektiven als objektiven Wert besitzen.

Nur einzelne allgemeine Leitsätze[78]) lassen sich auch hier aufstellen, welche im folgenden kurz aufgezählt werden sollen; es geschieht dies mit dem ausdrücklichen Bemerken, daß dieselben eine rein mechanische Anwendung absolut nicht zulassen, daß in einzelnen Fällen immer wieder durch Anpassung an bestimmte Lebensbedingungen etwas sekundär erworben werden kann, was in anderen Fällen ein ursprüngliches Merkmal darstellt.

---

[77]) Man könnte vielleicht die Monocotyledonen als eine Entwicklungsreihe auffassen, bei der die Anpassung an eine geophile Lebensweise — wenigstens ursprünglich — stark zur Geltung kam, die Sympetalen als eine Gruppe, bei der die weitgehende Anpassung an den Insektenbesuch zu einer Bergung des Honigs und einer Sicherstellung der Blütenform führte.

[78]) Vgl. Engler A., Syllab. f. spez. u. med.-pharm. Bot. 1882. — Senn G., Die Grundlagen des Hallierschen Angiospermensystems. Beih. z. bot. Zentralbl., Bd. XVII., Heft 1, 1904. — Vgl. auch das auf S. 25 Gesagte.

Mit dieser Einschränkung gelten die folgenden Grundsätze für die Angiospermen von den Monochlamydeen aufwärts.

1. Vorkommen zweifellos reduzierter, funktionsloser Organe charakterisiert abgeleitete Formen. Ein Organ tritt niemals funktionslos in Erscheinung; reduzierte Organe lassen die Ableitbarkeit der betreffenden Pflanzenform von solchen annehmen, bei denen das Organ funktionierte (reduzierte Staubgefäße, reduzierte Samenanlagen).

2. Extremste Anpassung an bestimmte Lebensbedingungen charakterisiert abgeleitete Formen; dabei können dieselben natürlich von hohem Alter sein; starke Umprägung des Gesamtbaues spricht sogar für hohes Alter (Cactaceen, Balanophoraceen).

3. Vielblütige Infloreszenzen, in denen eine Arbeitsteilung zwischen den Blüten eintrat (Compositen, Umbelliferen), charakterisieren stark abgeleitete Formen.

4. Blüten mit unterständigem Fruchtknoten sind von solchen mit oberständigem Gynöceum abzuleiten.

5. Schraubige Anordnung von Blütenteilen scheint in den meisten Fällen ursprünglicher als zyklische Anordnung zu sein.

6. Getrenntes Auftreten von Blütenteilen (Perianthblätter, Staubgefäße, Fruchtknotenblätter) ist zumeist ein ursprünglicheres Merkmal als Vereinigung derselben (Synsepalie, Sympetalie, synkarpes Gynöceum usw.); auch auf die Teile eines Organes erstreckt sich dies, so sind synkarpe Gynözeen mit freien Griffeln meist ursprünglicher als solche mit vereinigten Griffeln.

7. Große Konstanz in den Stellungs- und Zahlenverhältnissen der Blütenorgane charakterisiert in der Regel abgeleitete Formen, während geringere Fixierung des Baues bei relativ ursprünglichen Formen sich findet.

8. Zygomorphe Blüten sind innerhalb natürlicher Reihen immer von aktinomorphen abzuleiten.

Übersicht der systematischen Hauptgruppen der Unterabteilung der Angiospermen.

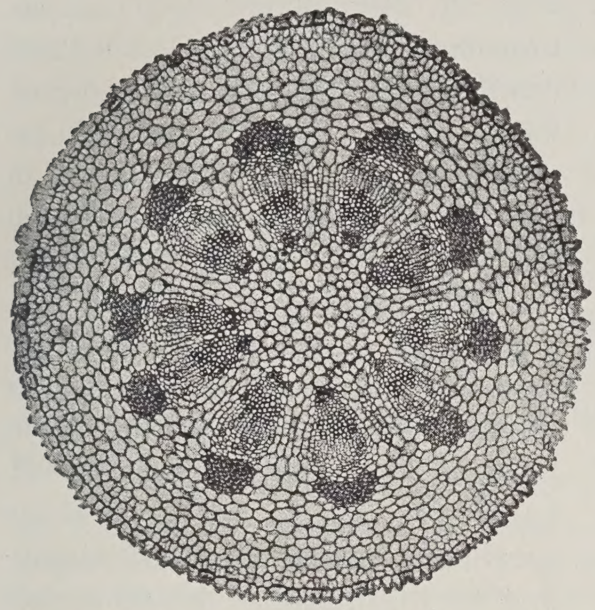
1. Klasse. Dicotyledones, Zweikeimblättrige[79]).

Keim in der Regel mit 2 Keimblättern, welche lateral angelegt werden (Abb. 354 und 352). Die Anlage der Wurzel wächst bei den meisten Formen zur Hauptwurzel heran, welche sekundäres Dickenwachstum aufweist. Gefäßbündel des Stammes auf dem Querschnitte in einem Kreise angeordnet (Abb. 365), offen, mit sekundärem Dickenwachstume. Gefäßbündel der Laubblätter in der Regel netzförmig verzweigt. An Seitenachsen treten die ersten Blätter zumeist transversal (rechts und links) auf (transversale Vorblätter).

---

[79]) = *Oppositifoliae* (Bessey).

Laubblätter vorherrschend gestielt oder mit verschmälerter Basis. Die Perianth- und Staubgefäßkreise der Blüte sind zumeist 4- oder 5zählig (seltener 2- oder 3zählig).



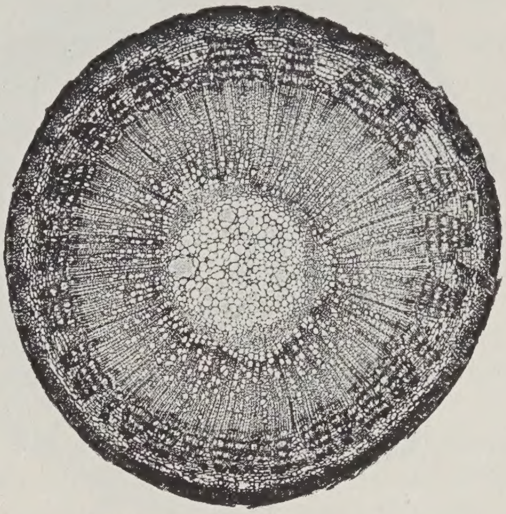


Abb. 365. Querschnitte durch Stämme dikotyler Pflanzen am Ende des ersten Vegetationsjahres. Links: *Viscum album*, rechts: *Tilia*. — Vergr. — Nach Photographien von F. Pfeiffer-Wellheim.

1. Unterklasse. Choripetalae.

Perianthium der Blüte fehlend, einfach oder doppelt; im letzteren Falle die Blätter des inneren Perianthwirtels (Korolle) frei.

A. Monochlamydeae.

Perianthium der Blüte fehlend oder einfach; im letzteren Falle kelchartig (grün, braun oder farblos), seltener korollinisch gefärbt.

B. Dialypeteleae.

Perianthium (mit Ausnahme abgeleiteter Formen) doppelt, mit zumeist kelchartiger Beschaffenheit des äußeren und korollinischer Beschaffenheit des inneren Wirtels.

2. Unterklasse. Sympetalae.

Perianthium der Blüte stets, wenigstens der Anlage nach, doppelt; die Blätter des inneren Wirtels (der Korolle) seitlich mehr oder minder miteinander verbunden.

2. Klasse. Monocotyledones. Einkeimblättrige[80]).

Keim mit 1 Keimblatte, das meist als Saugorgan fungiert, indem es Nahrung aus dem Nährgewebe des Samens der jungen Pflanze zuführt

---

[80]) = *Alternifoliae* (Bessey).

(Abb. 355). Anlage des Keimblattes in der Regel terminal (Abb. 351). Die Anlage der Hauptwurzel entwickelt sich häufig nicht weiter, an ihre Stelle treten dann Nebenwurzeln und Adventivwurzeln. Sekundäres Dickenwachstum der Wurzeln fehlt. Gefäßbündel des Stammes über die Querschnittsfläche zerstreut (Abb. 366), geschlossen, dabei nicht sekundär in die Dicke wachsend. Gefäßbündel der Blattflächen häufig, wenigstens am Blattgrunde, ± parallel verlaufend. An Seitenachsen tritt das erste Blatt in der Regel an der der relativen Hauptachse zugewendeten Seite (adossiertes Vorblatt) auf. Laubblätter zumeist mit breiter Basis dem Stamme aufsitzend. Die Perianth- und Staubgefäßkreise der Blüte sind vorherrschend 3zählig.

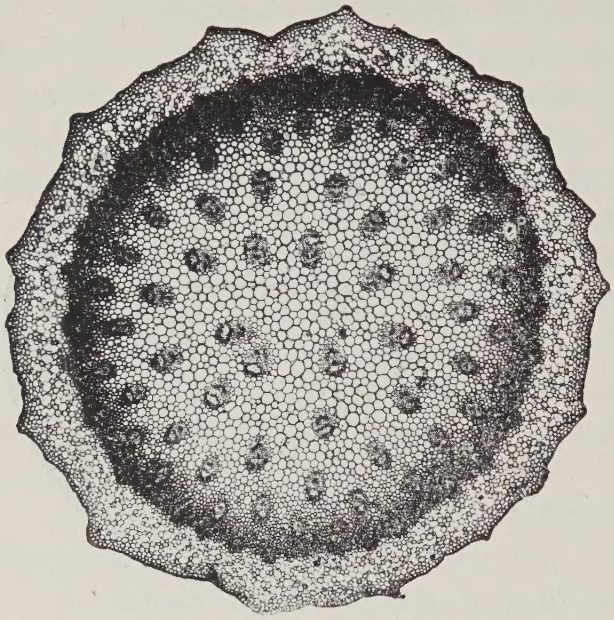


Abb. 366. Stengelquerschn. einer monocotylen Pflanze (*Ruscus aculeatus*). — Nach einer Mikrophotographie von J. Brunnthaler.

---

1. Klasse. Dicotyledones[81]. Zweikeimblättige.

Charakteristik S. 538.

1. Unterklasse. Choripetalae[82].

Charakteristik S. 539.

A. Monochlamydeae[83].

Vorherrschend (besonders in den ersten Reihen) Holzpflanzen. Blüten sehr häufig eingeschlechtig, ganz ohne Perianthium oder mit einem ein-

---

[81]) Der Name stammt von Gaertner (1788). Spätere Synonyme sind: *Exorhizae* Richt. (1808) und *Exogenae* DC. (1813).

[82]) Der Name ist älter (Eichler 1876) als der in neuerer Zeit gebrauchte Name *Archichlamydeae* (Engler 1892). Der von O. Kuntze in neuerer Zeit vorangesetzte Name *Polypetalae* Oeder (1764) ist unverwendbar, da er bei Oeder nicht im Sinne eines Gruppennamens gebraucht wurde.

[83]) Der Name wurde der Gruppe von De Candolle 1813 g geben. Ein häufig für dieselbe gebrauchter Name ist *Apetalae*. Derselbe geht aber als Name für eine systematische Gruppe nicht, wie gewöhnlich angegeben wird, auf Jussieu (1799), sondern auf Endlicher (1836) zurück, ist daher jünger als der De Candollesche. Die von O. Kuntze vorangestellten Namen *Stamineae* Fabr. u. Heist. (1763) und *Incompletae* Oed. (1764) sind unverwendbar, da sie gar nicht als Bezeichnung für die hier angenommene Gruppe eingeführt wurden.

fachen Perianthium, das kelchartige, seltener blumenkronartige Beschaffenheit besitzt, nur selten (bei den höchststehenden Familien) mit doppeltem Perianth. Staubgefäße in gleicher Zahl wie die Perianthblätter und dann diesen superponiert oder in größerer Zahl. Pollenübertragung in vielen Fällen durch den Wind, daneben aber auch schon Entomogamie, besonders bei den späteren Reihen. Verlauf des Pollenschlauches im Gynözeum sehr häufig endotrop[84]).

Daß die hier unter dem Namen der *Monochlamydeae* zusammengefaßten Reihen und Familien viele gemeinsame Züge aufweisen, ist seit langem bekannt und ist auch im allgemeinen in neuerer Zeit durch serodiagnostische Untersuchungen[85]) bestätigt worden. Dagegen gehen die Meinungen in dem Punkte auseinander, ob es sich um relativ ursprüngliche Angiospermen handelt oder ob es abgeleitete, vereinfachte Formen sind. Schon auf S. 519 wurden ausführlich die Eigentümlichkeiten besprochen, welche für eine relativ ursprüngliche Stellung der Monochlamydeen sprechen; auf S. 521 wurde schon betont, daß bisher kein halbwegs befriedigender Versuch der Ableitung der Monochlamydeen von anderen Angiospermen vorliegt.

Auf Grund der serodiagnostischen Versuche wurde nicht bloß die primitive Stellung der Monochlamydeen angezweifelt, sondern es wurden geradezu die *Berberidaceae* als Ausgangspunkt für die ganze Gruppe bezeichnet. Diese Auffassung stützte sich auf positive Serum-Reaktionen, welche zwischen *Mirabilis* (*Nyctaginaceae*) und *Podophyllum* (*Berberidaceae*) einerseits, zwischen *Podophyllum* und *Chenopodiaceae* anderseits erzielt wurden. Diese vereinzelten Versuche genügen nicht zur Entscheidung einer so wichtigen Frage. Abgesehen davon, daß nicht der geringste Versuch unternommen wurde, morphologisch die Beziehungen zwischen den *Berberidaceae* und den *Monochlamydeae* herzustellen, sind die negativen Erfolge bei serodiagnostischen Versuchen zwischen Monochlamydeen und *Polycarpicae* nicht beachtet worden. Die große Reichweite von Serum-Reaktionen genügt, um auch die positive Reaktion zwischen Monochlamydeen und Berberideen bei Annahme einer relativ primitiven Stellung der ersteren verständlich zu machen.

Die Aufeinanderfolge der Gruppen der *Monochlamydeae* in der folgenden Darstellung entspricht nicht einer einfachen Entwicklungsreihe. Zum Teil sind es relativ alte, isoliert stehende Typen, um Teil Repräsentanten verschiedener, auf analoger Höhe stehender Entwicklungsreihen.

1. Reihe. ***Verticillatae.***

Holzpflanzen mit eingeschlechtigen, anemogamen Blüten. Männliche Blüten aus einem einzigen Staubgefäße bestehend. Chalazogam (vgl. Abb. 342). Im vegetativen Baue (Spaltöffnungsapparat, Transfusionsgewebe etc.) und im Baue der Fortpflanzungsorgane den Gymnospermen nahestehend und mit keiner der folgenden Reihen enge verbunden.

---

[84]) An der Natürlichkeit dieser Gruppe ändert der Umstand nichts, daß jedes der Merkmale gelegentlich auch bei abgeleiteten Formen anderer Gruppen vorkommen kann; so gibt es Dialypetaleen, welche infolge Reduktion der Korolle ein einfaches Perianthium besitzen, windblütige Dialypetaleen und Sympetalen, die sich von entomogamen ableiten usw. Ebenso entspricht es dem Wesen eines natürlichen Systemes, daß die Gruppen nicht scharf durch Merkmale geschieden sind, daß also beispielsweise bei den höchstentwickelten Monochlamydeen schon das Merkmal des doppelten Perianthiums auftritt. Mit dem Namen *Monochlamydeae* soll im Sinne eines phylogenetischen Systemes keine scharf umschriebene Gruppe, sondern eine gewisse Entwicklungsstufe bezeichnet werden.

[85]) Vgl. Lange L., Dissert. Königsberg 1914. — Malligson F., Serodiagn. Unters. über Verw. innerhalb des Centrospermenastes. Bot. Arch., I. Bd., 1922. — Mez K., Anleitg. zu serodiagn. Unters. A. a. O., . Bd., 1922.

Einzige Familie: **Casuarinaceae**[86]). (Abb. 367.) Holzpflanzen mit grünen rutenförmigen Ästen und quirligen reduzierten Blättern. Männliche Blüten

Abb. 367. *Casuarinaceae.* — Fig. 1—7 u. 10. *Casuarina equisetifolia*; Fig. 1 Ast mit ♂ Infloreszenzen und Fruchtständen; Fig. 2 Stück der ♂ Inflor.; Fig. 3 Diagramm eines ♂ Blütenquirls; Fig. 4 ♀ Infloreszenz; Fig. 5 ♀ Blüte; Fig. 6 Diagramm derselben; Fig. 7 Fruchtkn., geöffnet; Fig. 10 Längsschn. d. d. Samen. — Fig. 8 Fruchtstand, Fig. 9 Frucht von *C. sumatrana.* — Fig. 11 Aststück, Fig. 12 Querschnitt durch ein solches von *C. stricta*; *b* mechanische Bündel, *ch* Assimilationsgewebe, *gf* Gefäßbündel. — Fig. 1 verkl., 8 nat. Gr., 2, 3, 4, 11 schwach, das übrige stärker vergr. — Fig. 1—7 u. 10 nach Engler, Nat. Pflanzenf., 8 u. 9 Original, 11 u. 12 nach Kerner.

[86]) Engler A. in E. P., III. 1, S. 16; Nachtr. III, S. 92. — Treub M., Sur les Casuarinées et leur place dans le syst. nat. Ann. jard. bot. d. Buitenz., X., S. 144, 1891. — Frye T. C., The embryo sac of *Casuarina stricta.* Bot. Gaz., 36., S. 101, 1903. — Juel H. O., Ein Beitr.

in ährenförmig gruppierten Quirlen an den Enden der jüngsten Äste; weibliche Blüten in kopfförmigen Infloreszenzen an kurzen Seitenästen. Männliche Blüten mit je 1 mehr oder minder gespaltenen Staubgefäße und einem 2blättrigen unscheinbaren Perianthium mit 2 Vorblättern. Weibliche Blüte perianthlos, mit 2 Vorblättern. Fruchtknoten 2blättrig, 2fächerig; ein Fach verkümmert, in dem zweiten zumeist 2 Samenanlagen, von denen in der Regel nur eine sich weiter entwickelt. Geflügelte Schließfrucht, von den 2 verholzenden Vorblättern eingeschlossen.

Typische Chalazogamie; im Nuzellus werden mehrere Embryosäcke angelegt, von denen sich nur einer weiter entwickelt; doppelte Befruchtung, wie bei den übrigen Angiospermen; 2 Integumente.

Einzige Gattung *Casuarina* mit zirka 25 Arten in Australien und auf den indomalayischen Inseln. Mehrere Arten werden in tropischen und subtropischen Gebieten (so im europäischen Mittelmeergebiet) häufig kultiviert.

Die meisten Arten liefern harte Nutzhölzer, so *C. equisetifolia* („Eisenholz"), *C. stricta* („Pferdefleischholz", Beefwood), Gerberrinden.

Reihengruppe mit eingeschlechtigen, seltener zwitterigen, vorherrschend anemogamen Blüten. Perianthium einfach, meist kelchartig; manchmal fehlend. Männliche Blüten zumeist mit mehreren epitepalen Staubgefäßen; doch tritt auch Vermehrung der Staubgefäße ein. Vielfach noch endotropes Wachstum des Pollenschlauches.

Reihen mit ursprünglichen Charakteren, die wahrscheinlich miteinander in genetischen Beziehungen stehen; die Aufeinanderfolge der Reihen ist keine entwicklungsgeschichtliche, da es sich wohl durchwegs um Endglieder zusammenhängender Entwicklungsreihen handelt.

2. Reihe. *Fagales.*

Holzpflanzen mit eingeschlechtigen, nur selten zwitterigen, anemogamen Blüten. Blätter wechselständig, ungeteilt, mit Nebenblättern. Perianthium fehlend oder kelchartig. Staubgefäße in den männlichen Blüten in gleicher Zahl wie die Perianthblätter und vor diesen stehend oder in größerer Zahl. Fruchtknoten 2—6blättrig, 1—6fächerig mit 2—6 Griffeln, unterständig. Frucht nußartig.

Chalazogamie oder sonstiges endotropes Wachstum des Pollenschlauches; Samenanlage zur Zeit der Bestäubung noch sehr in der Entwicklung zurückgeblieben.

z. Entwicklungsgesch. d. Samenanl. v. *Casuarina.* Flora, XCII., 1903. — Porsch O., Der Spaltöffnungsapparat von *Casuarina* und seine phyl. Bed. Öst. botan. Zeitschr., 1904, Nr. 1. — Berridge E. M., On the syst. posit. of *Cas.* Rep. 48. Meet. Brit. Ass. Australia, 1914. — Miehe H., Anat. Unters. d. Pilzsymbiose bei *Cas.* usw., Flora, N. F., Bd. XI, 1918. — Ich zitiere im folgenden bei jeder Familie die Bearbeitung in Engler u. Prantl, Natürl. Pflanzenfam. (abgekürzt mit E. P.), die Ergänzungshefte II hiezu (bearbeitet von R. Pilger 1908, abgekürzt mit „Nachtr. III") die Ergänzungshefte III (bearbeitet von R. Pilger u. K. Krause 1915, abgekürzt mit „Nachtr. IV") und die seit dem Erscheinen der Bearbeitung in den Natürl. Pflanzenfam. erschienene wichtigste Literatur.

1. Familie: **Betulaceae**[87]). (Abb. 368 und 369.) Blüten in kätzchenförmigen oder kopfförmigen Infloreszenzen, welche aus zymösen Teilinfloreszenzen bestehen, monözisch. Männliche Blüten ± dem Tragblatte aufgewachsen, mit rudimentärem Perianth oder ohne solches und mit 2—10 oft gespaltenen Staubgefäßen. Fruchtknoten 2blättrig, am Grunde 2fächerig, mit 2 Griffeln. Einsamige Schließfrüchte, welche entweder zu 2—3 in der Achsel eines 3—5lappigen schuppenförmigen Gebildes stehen, das aus dem Deckblatte und 2—4 Vorblättern hervorgegangen ist, oder welche ± von einer Hülle umgeben sind, die aus den herangewachsenen Vorblättern besteht. 1 Integument.

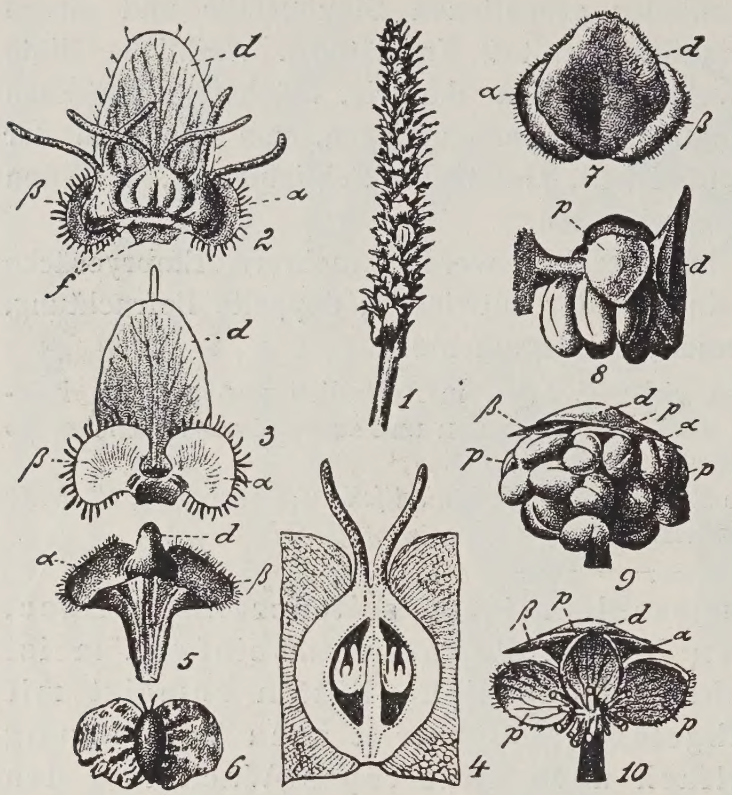


Abb. 368. *Betulaceae. Betula pendula.* — Fig. 1 ♀ Infloreszenz; Fig. 2 ♀ Teilinfloreszenz; Fig. 3 dieselbe nach Wegnahme der Blüten; Fig. 4 Längsschn. d. d. Fruchtkn.; Fig. 5 Schuppe aus einem Fruchtstande; Fig. 6 Frucht; Fig. 7 ♂ Teilinfloreszenz von oben; Fig. 8 dieselbe von der Seite; Fig. 9 von vorne; Fig. 10 dieselbe nach Ablösung der Staubblätter. — In allen Figuren bedeutet: *d* Deckblatt, *α* u. *β* Vorblätter, *p* Perianthblatt. — Fig. 1 etwas, 2, 3, 5—10 stärker. Fig. 4 noch stärker vergr. — Nach Hempel und Wilhelm.

Vorherrschend in nördlich-extratropischen Gebieten, überdies in den Anden Südamerikas. Laubabwerfende Bäume und Sträucher.

A. Früchte in den Achseln von 3- bis 5lappigen Schuppen, die aus der Verwachsung des Tragblattes mit den Vorblättern hervorgehen. **Betuleae.** — *Betula*, Birke. Schuppen des Fruchtstandes 3lappig, Früchte zu dreien: *B. pendula* (= *B. verrucosa*) und *B. pubescens* in Europa verbreitet, letztere mehr in nördlichen Gebieten und in höheren Lagen, beide liefern den mediz. verwendeten „Birkenteer"; *B. papyracea* in Nordamerika verbreitet, *B. occidentalis* im westlichen Nordamerika; *B. nana* circumpolar, wichtige Leitpflanze der europäischen Eiszeit. — *Alnus*, Erle. Schuppen des Fruchtstandes 5lappig, Früchte zu zweien: *Alnus glutinosa* (= *A. rotundifolia*), Schwarzerle, und *Alnus incana*, Grauerle, verbreitet in Mitteleuropa und Asien, letztere auch in Nordamerika; *Alnus viridis* (= *A. Alnobetula*) in den Gebirgen des mittleren und südlichen Europa, in Asien und Nordamerika. Die meisten Arten mit durch einen Spaltpilz verursachten Wurzelwucherungen (vgl. S. 92).

[87]) Prantl K. in E. P., III. 1, S. 38; Nachtr. III, S. 95; Nachtr. IV, S. 66. — Winkler Hubert in Engler, Pflanzenreich, 1904. — Tieghem Ph. v., Rem. s. l. fl. fem. de Charmes (*Carpinus*) etc. Ann. sc. nat., Bot., 9. sér., III., 1906. — Winkler H., Neue Revis. d. Gttg. *Carpinus*. Bot. Jahrb., Fest-Bd., 1914. — Streicher M., Zur Entw. d. Fruchtkn. d. Birke, Denkschr., Akad. Wissensch., Wien, 95. Bd., 1918. — Wolpert J., Vgl. Anat. u. Entwicklungsgesch. v. *Aln. Alnobet.* usw., Flora, Bd. C, 1909. — Vgl. die S. 495 u. 502 zitierten Arbeiten v. Nawaschin, Benson, Sanday u. Berridge.

B. Früchte ± von Hüllen umgeben, die aus miteinander verbundenen Vorblättern entstehen: **Coryleae.** *Carpinus.* Fruchthülle oben offen und flach, 3lappig oder gezähnt. ♀ Blüten in kätzchenförmiger Infloreszenz: *C. Betulus*, Hain- oder Weißbuche. Mittel- und Südeuropa bis Vorderasien; *C. orientalis* (= *C. duinensis*) Südosteuropa, Vorderasien. — *Ostrya.* Fruchthülle die Frucht ganz einhüllend, fast geschlossen. ♀ Blüten in kätzchenförmiger Infloreszenz: *O. carpinifolia*, Hopfenbuche, in Südeuropa und im Orient, *O. virginiana* in Nordamerika und Japan. — *Corylus.* Fruchthülle becher- bis röhrenförmig, zerschlitzt. ♀ Blüten in knospenförmiger Infloreszenz: *C. Avellana*, Haselnuß (Europa)

Abb. 369. *Betulaceae.* — Fig. 1—5. *Carpinus „rubra"*; Fig. 1 Ast mit ♂ und ♀ Infloresz., nat. Gr.; Fig. 2 ♂ Blüte mit Deckbl.; Fig. 3 dieselbe von der Seite; Fig. 4 einzelnes Staubgef.; Fig. 5 ♀ Teilinfloreszenz, *a* die Deckbl. der Einzelblüten, *b* die Vorblätter; Fig. 2—5 vergr. — Fig. 6—8. *Carpinus Betulus*; Fig. 6 ♂ Blüte; Fig. 7 Frucht; Fig. 8 ♀ Blüte mit Deck- (*a*) und Vorblättern (*b*); vergr. — Fig. 9. Zwei ♀ Blüten von *Corylus Avellana*, vergr. — Fig. 10 ♂ Blüte, Fig. 11 Anthere von *Corylus Colurna*, vergr. — Fig. 1—8 Original, 9—11 nach Hempel u. Wilhelm.

und *C. maxima* (= *C. tubulosa*), Lambertsnuß (Südeuropa) strauchförmig, *C. Colurna* (Orient) baumförmig. Samen aller Arten genießbar. — Das Holz aller Betulaceen findet als Werkholz Verwendung, die Rinde von *Alnus* und *Betula* als Gerberrinde.

2. Familie: **Fagaceae**[88]). (Abb. 370.) Blüten in kätzchenförmigen oder köpfchenförmigen Blütenständen, die häufig (besonders die ♀) aus zymösen

[88]) Prantl K. in E. P., III. 1, S. 47; Nachtr. III, S. 96; Nachtr. IV, S. 66. — Benson M., Contributions to the embryolog. of the *Amentiferae*. Trasact. Linn. Soc., III., part 10 (1894) und t. VII., 1906. — Čelakovský J., Über die Cupula von *Fagus* u. *Castanea*. Jahrb. f. w. Bot., XXI., S. 128 (1890). — Conrad A. H., A contrib. to the life hist. of *Quercus*. Botan.

Teilinfloreszenzen bestehen, monözisch. Männliche Blüten mit Perianthblättern und ebenso oder doppelt so vielen bis zahlreichen Staubgefäßen;

Abb. 370. *Fagaceae*. Fig. 1—4. *Fagus silvatica*; Fig. 1 ♂ Blüte; Fig. 2 ♀ Infloresz. Fig. 3 reifer Fruchtstand mit 2 Früchten und der Kupula; Fig. 4 ♀ Blüte. — Fig. 5—7. *Quercus Robur*; Fig. 5 ♂ Blüte; Fig. 6 ♀ Bl.; Fig. 7 Längsschnitt durch dieselbe, *c* Kupula. — Fig. 8. Frucht von *Quercus coccinea*. — Fig. 9—12. *Castanea sativa*; Fig. 9 ♂ Teilinfloreszenz; Fig. 10 ♂ Blüte; Fig. 11 ♀ Teilinfloreszenz; Fig. 12 dieselbe, etwas weiter entwickelt, ein Teil der Kupula ist freigelegt. — Fig. 3 u. 8 nat. Größe u. Original; alles andere vergr. nach Hempel u. Wilhelm.

Gaz., XXIX., S. 408 (1900). — Panchet L., Rech. s. l. Cupulif. Ann. sc. nat., 9. sér., Bot., VIII., 1809. — Koidzumi G., Morphol., syst. and phytogeog. of Cupulif. Bot. Mag. Tokyo, 1913. — Vgl. auch die S. 521 zitierte Abh. v. Klebelsberg.

letztere nicht gespalten. Fruchtknoten 3—6fächerig, mit 3—6 Griffeln. Frucht eine einsamige Schließfrucht, welche einzeln oder zu mehreren von einem Fruchtbecher (Cupula) umgeben ist, der eine Achsenwucherung darstellt und mit zahlreichen Emergenzen besetzt ist. 2 Integumente.

Holzpflanzen mit zumeist sommergrünem Laube. Verbreitet im nördlich-extratropischen Gebiet; in geringerer Artenzahl im tropischen Asien; eine Gattung (*Nothofagus*) im antarkt Südamerika, in Neuseeland und Australien.

Castanea. Infloreszenzen aufrecht, unten ♀, oben ♂. Kupula 4klappig, dicht dornig, 3 (selten mehr) Nüsse umschließend. *C. sativa*, der Kastanienbaum, in Südeuropa einheimisch, in Mitteleuropa vielfach noch kultiviert, liefert die „Maroni". — *Fagus.* ♂ Infloreszenzen hängend, ♀ aufrecht. Die dornige Kupula umschließt 2 dreikantige Nüsse. *F. silvatica*, die Rotbuche, verbreitetster Waldbaum Mitteleuropas. Früchte („Buchnüsse, Bucheckern") ölreich. — *Quercus.* ♂ Infloreszenzen hängend, ♀ aufrecht. Kupula schalenförmig, den obersten Teil der einzelnen Frucht freilassend, beschuppt oder quer gestreift. Artenreichste Gattung, besonders in Nordamerika und Europa. Verbreitete europäische Arten: *Q. sessiliflora*, die Winter- oder Traubeneiche, *Q. Robur*, die Stiel- oder Sommereiche, *Q. lanuginosa*, die Flaumeiche; *Q. Cerris*, die Zerreiche, im Südosten; *Q. Ilex*, die Steineiche, mit ausdauernden Blättern im Mittelmeergebiete. Nordamerikanische Arten: *Q. Phellos*, *Q. nigra*, *Q. rubra*, *Q. coccinea*, *Q. alba* u. a., viele davon in neuerer Zeit häufig in europäischen Gärten. Das Holz der *Q.*-Arten zählt infolge seiner Widerstandsfähigkeit zu den wichtigsten Nutzhölzern, besonders das der drei ersterwähnten europäischen Arten, dann das der nordamerikanischen Arten *Q. virens*, *Q. Prinus* („White Oak") und *Q. rubra* („Red Oak"). Die Rinden fast aller Arten werden als Gerberrinden verwendet; außer jenen der mitteleuropäischen Arten besonders die von *Q. coccifera* (Mittelmeergebiet), deren Wurzelrinde als „Garouille" in den Handel kommt, dann die der nordamerikanischen *Q. Prinus* („Chestnutoak"). *Q. tinctoria* (Nordam.) liefert Färberinde („Querzitronrinde"). Den Flaschenkork liefert die Rinde der Korkeiche (*Q. Suber*), westliches Mittelmeergebiet, besonders Algier. Manche Arten besitzen genießbare Früchte oder werden zur Nahrungsmittelbereitung verwendet („Eichelkaffee"). Ein wichtiges Gerbemittel bilden die „Wallonen" (Valonea, Velani usw.), die Fruchtbecher von *Q. Vallonea* (Kleinasien) und *Q. macrolepis* (Griechenland, Italien). Teils technische, teils medizinische Verwendung finden die durch Gallwespen hervorgerufenen Eichengallen (Aleppogallen, Bassorahgallen, Sodomsäpfel, Knoppern usw.). — Der Gattung *Quercus* steht *Pasania* nahe mit zahlreichen Arten im malayschen Gebiete.

3. Reihe. *Myricales.*

Holzpflanzen mit eingeschlechtigen anemogamen Blüten. Blätter einfach, mit oder ohne Nebenblätter, wechselständig. Blüten in einfachen oder zusammengesetzten Ähren. Perianthium 0. Staubgefäße 2—16. Fruchtknoten 2blättrig, 1fächerig, 1samig. Frucht eine Steinfrucht. 1 Integument.

Einzige Familie: **Myricaceae**[89]). (Abb. 371.) *Gale belgica* (*Myrica Gale*) Strauch auf Moor- und Heideboden im westlichen Europa, dann im nördlichen Europa, Asien und Amerika. Wurzelknöllchen. — Myricawachs (auch Myrtel- oder Myrthenwachs) liefern *Myrica cerifera* und *M. carolinensis* (Nordamerika), *M. quercifolia* und *M. cordifolia* (Kap) usw. — *Comptonia asplenifolia* (N.-Amerika).

Als Repräsentant einer eigenen kleinen Reihe, der der (4.) ***Balanopsidales,*** kann hierher — provisorisch wenigstens — die Familie der ***Balanopsidaceae***[90]) gestellt werden. Holz-

---

[89]) Engler A. in E. P., III. 1, S. 26; Nachtr. III, S. 93. — Chevalier A., Monogr. des M. Mem. Soc. Sc. Nat. Cherb., XXXII., S. 85 (1901). — Kershaw M., Further obs. on the struct. of the ovul of *M.* Ann. of Bot., XXIII., 1909.

[90]) Engler A. in E. P., Nachtr. S. 114, 1897.

pflanzen mit ungeteilten Blättern. ♂ Blüten perianthlos, ♀ Blüten ebenso, mit 2fächerigem Fruchtknoten, in jedem Fach 2 aufsteigende Samenanlagen, 1 Integument, Steinfrüchte. — *Balanops*, Neukaledonien.

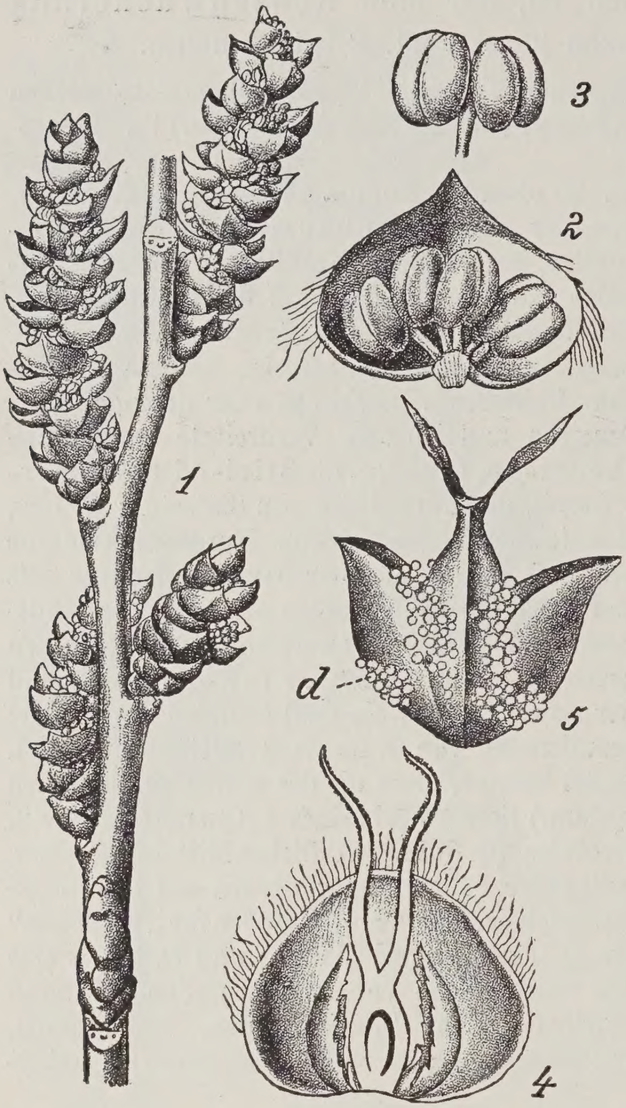


Abb. 371. *Myricaceae*. — Fig. 1—3 und 5 *Gale belgica*; Fig. 1 Zweig mit ♂ Infloresz., etw. vergr.; Fig. 2 ♂ Blüte; Fig. 3 Staubgef. — Fig. 4 Tragblatt mit ♀ Blüte und 2 Vorblättern von *Comptonia asplenifolia*, vergr. — Fig. 5. Frucht von *Gale belgica* mit den beiden Vorblättern und Drüsen *d*, vergr. — Fig. 1—3 Original, 4 nach Engler, 5 nach Warming.

Ebenso provisorisch erscheint die Stellung der **Leitneriaceae**[91]) als Vertreter der (5.) Reihe der **Leitneriales.** Holzpflanzen mit ungeteilten Blättern. Blüten perianthlos. Fruchtknoten einfächerig, einblätterig, mit einer Samenanlage. 2 Integumente. Steinfrüchte. — *Leitneria floridana* in Florida und am südöstlichen Missouri.

6. Reihe. *Juglandales.*

Holzpflanzen mit eingeschlechtigen, anemogamen Blüten. Blätter zusammengesetzt, ohne Nebenblätter, wechselständig. Blüten in einfachen Ähren oder in zusammengesetzten Infloreszenzen. Perianthium einfach, kelchartig oder fehlend. Staubgefäße 2—40. Fruchtknoten 1fächerig, mit 1 grundständigen Samenanlage, unterständig, ± von einer unter Beteiligung von Hochblättern gebildetcn kupulaartigen Hülle umgeben. 1 Integument. Früchte steinfruchtartig oder von der Kupula umgebene Nüsse.

Chalazogam (nur von Familie 2 bekannt); Samenanlage zur Zeit der Bestäubung in der Entwicklung noch zurück. Entwicklungsgeschichtliche Beziehungen zu den *Fagales* und *Myricales* wohl zweifellos vorhanden.

1. Familie: **Julianiaceae**[92]). (Abb. 372.) Diözisch. Männliche Blüten mit Perianth, in vielblütigen, rispenartigen Infloreszenzen. Weibliche Blüten perianthlos, einzeln oder in 2—4blütigen Dichasien, in allen Fällen von einer von den Vorblättern gebildeten,

---

[91]) Engler A. in E. P., III. 1, S. 28, 1889; Nachtr., S. 117, 1897. — Trelease W. in Rep. Missouri Bot. Gard., VI., 1895.

[92]) E. P., Nachtr. IV, S. 64. — Hemsley W. B., Diagnos. spec. gen. *Juliania*. Ann. of Bot., XVII., 1903; On the *Julianiaceae*, a new nat. order of plants. Philos. Trans. roy. Soc., B., CIC., 1907. — Hallier H., Über *Juliania*, eine Terebinthac.-Gattg. mit Cupula. Beih. bot. Zentralbl., XXIII., 2. Abt., 1908. — Fritsch F. E., The anat. of *Julianiaceae*. Transact. Linn. Soc. London, Bot., VII., 1908. — Kershaw E. M., Note on the relationship

kupulaartigen Hülle umschlossen. Samenanlage gekrümmt, mit obturatorartiger Bildung am Funikulus. 3 Narbenlappen. Nußartige Früchte einzeln oder zu mehreren in der Kupula ganz oder zum Teile eingeschlossen. Die Kupula ist oft abgeflacht und dient dann als Flugorgan.

Durch Harzgänge im Mark und in der Rinde ähnelt die Familie einigermaßen den *Terebinthales*. Dem ganzen morphologischen Aufbaue nach gehört sie zweifellos zu den *Juglandales*; die erwähnte anatomische Eigentümlichkeit ist von Interesse im Hinblick auf eventuelle genetische Beziehungen der *Terebinthales* zu den *Juglandales*.

Juliania (Mexiko), *Orthopterygium* (Peru).

Abb. 372. *Julianiaceae*. — Fig. 1—3, 5—7 *Juliania adstringens*; Fig. 1 zwei ♀ Infloreszenzen; Fig. 2 ♂ Blüte; Fig. 3 Samenanlage; Fig. 5 Längsschn. d. einen unreifen Fruchtstand. Fig. 6 Querschnitt durch einen reifen Fruchtstand; Fig. 7 Embryo. — Fig. 4. Reifer Fruchtstand von *J. amplifolia*. — Fig. 4 nat. Gr.; alle anderen vergr. — Nach Hemsley.

2. Familie: ***Juglandaceae***[93]). (Abb. 373 u. 374.) Blüten monözisch. Männliche Blüten in vielblütigen Ähren, meist mit Perianth, weibliche häufiger

---

of the *Jul.* Ann. of Bot., XXIII., 1909. — Herzfeld St., Stud. üb. Jugland. u. Julianiac. Denkschr. Akad. Wiss. Wien, 1913.

[93]) Engler A. in E. P., III. 1, S. 19; Nachtr. III, S. 92; Nachtr. IV, S. 62. — Trelease W., *Juglandaceae* of the Unit. States. Rep. Miss. Bot. Gard., VII., S. 14. — Nawaschin S., vgl. S. 495. — Karsten G., Über die Entwicklung der Blüten bei einigen Juglandaceen. Flora, XC., S. 316 (1902). — Nicoloff Th., Sur le type flor. et le développm. d. fr. des Jugland. Journ. de Bot., XVIII. u. XIX., 1904 u. 1905. — Tieghem Ph. v., Remarques s. l. fl. fem. des Charmes etc. Ann. sc. nat., Bot., 9. sér., III., 1906. — Benson M. and Welsford E. J., The morphol. of the ovule etc. Ann. of Bot., XXIII., 1909. — Nawaschin S. und Finn W., Zur Entwicklungsgesch. d. Chalaz. *Jugl. regia* u. *J. nigra*. Mém. Soc. Nat. Kiew, XXII., 1912; Mém. acad. Sc. St. Pétersb., 8. sér., XXXI., 1913. — Nagel K., Stud. üb. d. Fam. d. Jugl. Bot. Jahrb., L., 1914.

in armblütigen Ähren. Weibliche Einzelblüte meist mit Perianth, im unteren Teile $\pm$ von einer kupulaartigen Hochblatthülle umgeben (Abb. 374), welche

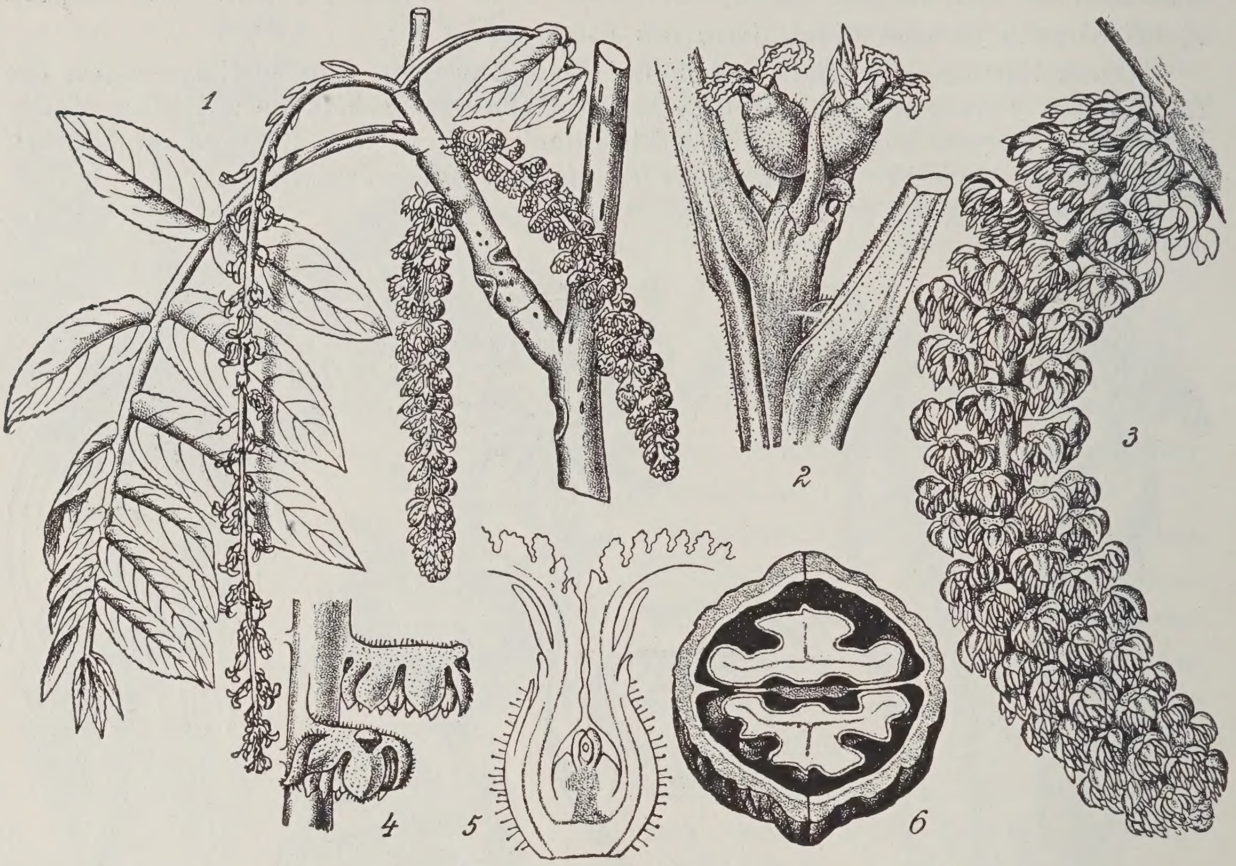


Abb. 373. *Juglandaceae.* — Fig. 1. Zweig von *Pterocarya caucasica* mit 2 ♂ und 1 ♀ Infloresz., verkl. — Fig. 2. Weibl. Inflor. v. *Juglans nigra*, 2fach vergr. — Fig. 3. Männl. Infl. v. *Juglans regia*, vergr.; Fig. 4 2 ♂ Blüten derselben, vergr. — Fig. 5. Weibl. Blüte v. *J. regia* im Längsschn., vergr. — Fig. 6. Querschn. durch die Frucht v. *J. regia* nach Entfernung des fleischigen Teiles der „Fruchtwand", nat. Gr. — Fig. 1 nach Lavallée, 2, 3 u. 6 Original, 4 u. 5 nach Berg u. Schmidt, modif.

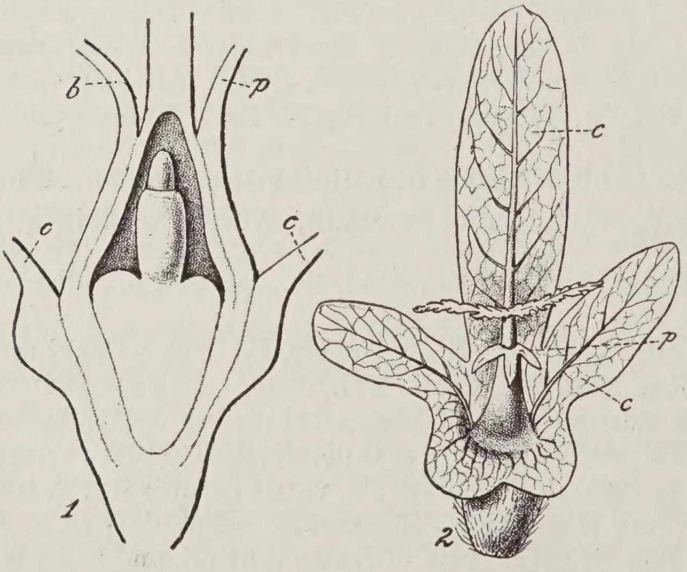


Abb. 374. *Juglandaceae.* Darstellung der Vereinigung der kupula-ähnlichen Hochblatthülle mit dem unterständigen Fruchtknoten. — Fig. 1. Längsschn. d. den unteren Teil der ♀ Blüte v. *Pterocarya caucasica*; *p* Perianth, *c* Hochblatthülle. — Fig. 2. ♀ Blüte von *Engelhardtia spicata*; *p* Perianth, *c* Hochblatthülle. — Vergr. — Nach De Candolle.

um die Frucht eine fleischige Hülle bildet oder ein Flugorgan liefert. Samenanlage gerade. 2 Narbenlappen. Blätter reich an aromatischen Stoffen.

Juglans. Perianthium vorhanden. *J. regia*, Walnußbaum, mit genießbaren Samen (Nußöl). Steinfrucht im Innern unvollkommen 2- bis 4fächerig, Kotyledonen tief runzelig-gefurcht. Mittelmeergebiet bis zum Himalaya, vielfach kultiviert. Liefert, ebenso wie die nordamerikanische *J. nigra*, geschätztes Werkholz. — *Carya.* Perianthium fast oder ganz fehlend. Nordamerika. Genießbare Samen von *C. Pecan* (= *C. olivaeformis*), *C. ovata* u. a. (Hickory-Nüsse); Hickoryholz. — *Pterocarya.*

Hieher die lange Zeit zu den *Cornaceae* gestellte Familie der **Garryaceae**[94]) als Vertreterin der kleinen (7.) Reihe der **Garryales**. Bäume mit gegenständigen einfachen Blättern. ♂ Blüten mit 4blättrigem Perianth. ♀ Blüten mit 1fächerigem Fruchtknoten und 2 hängenden Samenanlagen. — *Garrya* (Nordam. Mexiko, Westindien).

8. Reihe. *Salicales.*

Holzpflanzen mit eingeschlechtigen, anemogamen oder entomogamen Blüten. Blätter einfach, wechselständig, mit Nebenblättern. Blüten in einfachen Ähren. Perianthium fehlend oder sehr zurückgebildet, niemals korollinisch. Staubgefäße 2 bis zahlreich. Fruchtknoten 2blättrig, 1fächerig mit zahlreichen Samenanlagen. Oberständige Kapseln.

Ziemlich isoliert stehend, aber doch deutliche Beziehungen zu den vorstehenden Reihen aufweisend.

Einzige Familie: **Salicaceae**[95]). (Abb. 375.) In der Regel zweihäusig. Bei *Populus* findet sich am Grunde der Blüte ein becherförmiges Gebilde, bei *Salix* an derselben Stelle zumeist 1—2 (vorne und rückwärts) schuppenförmige oder warzenförmige Gebilde, welche wie jene als Diskusbildungen, aber wohl auch als reduziertes Perianth aufgefaßt werden können. Samenanlagen parietal, mit 2 Integumenten. Befruchtung bei *Populus* aporogam; der Pollenschlauch wächst durch das Integument zur Eizelle. Samen ohne Nährgewebe mit grundständigem, aus dem Funiculus entspringendem Haarschopf.

Populus, Pappel. ♂ Blüten mit zahlreichen Staubgefäßen, Tragblätter der Blüten zerschlitzt, Perianth becherförmig. Anemogam. Vorherrschend in der nördlich-extratropischen Zone. In Europa verbreitet: *P. alba*, Silberpappel; *P. tremula*, Espe, Zitterpappel; *P. nigra*, Schwarzpappel. Häufig als Alleebaum gepflanzt die von letzterer abstammende

---

[94]) Wangerin W. in A. Engler, Das Pflanzenreich. 1910. — E. P., Nachtr. IV, S. 63.

[95]) Pax F. in E. P., III. 1, S. 29; Nachtr. III, S. 93; Nachtr. IV, S. 62. — Tieghem Ph. v., Sur la structure de l'ovule et de la graine et sur les affinités des Salic. Bull. Mus. Hist. nat., VI., S. 194 (1900). — Velenovský J., Vergleichende Studien über die *Salix*-Blüte. Beih. z. bot. Zentralbl., XVII., S. 123 (1904). — Camus A. et E. G., Classific. des Saules d'Europe et Monographie d. S. de France. Paris 1904, mit Atlas. — Dode L. A., Extr. d'une monogr. inéd. d. genre *Populus*. Mem. soc. d'hist. nat. d'Autun, XVIII., 1905. — Penhallow D. P., A system. stud. of the *Salic.* Amer. Natural., XXXIX., 1905. — Gärtner H., Vergl. Blattanat. d. Gttg. *Salix.* Diss., Göttingen, 1907. — Hallier H., Über *Juliania* etc., Beih. bot. Zentralbl., XXIII., 1908. — Bauer F., Die Blattanat. der pleiandr. Weiden. Diss., Breslau, 1909. — Gilg E., Zur Frage der Verw. d. *Salicac.* mit den *Flacourt.* Bot. Jahrb., Fest-Bd., 1914. — Schneider C., Üb. d. syst. Gliederung der Gattung *Salix*, Österr. bot. Zeitschr., LXV., 1915; Not. on Am. willows, XI., Journ. Arn. Arb., 2., 1922. — Heribert-Nilsson N., Experim. Stud. üb. Variab., Spalt., Artbildg. usw. in d. G. *Salix.* 1918. — Graf J., Beitr. z. K. d. Gttg. *Pop.* Beih. bot. Zentralbl., I. Ab., XXXVIII., 1921. — Nakai T., *Chosenia*, a new genus of *Salicaceae*, Bot. Mag., Tokyo, XXXIV., 1920.

P. italica (= *P. pyramidalis*), Pyramidenpappel; ♀ Exemplare sehr selten. Nordamerikanische Arten, die in Europa häufig kultiviert werden: *P. deltoides*, *P. monilifera* und *P. balsamifera*. Pappelknospenbalsam von *P. nigra* u. a. *P. glauca* (Himalaya) ist ausgezeichnet durch am Rande 5- bis 7lappiges Perianth und häufig zwitterige Blüten[96]). — *Chosenia* (*Ch. splendida* in Korea) vermittelt den Übergang zur folgenden Gattung. — *Salix*, Weide.

Abb. 375. *Salicaceae*. — Fig. 1. *Populus deltoides*, ♂ Infloresz. — Fig. 2. *Salix repens*, ♂ Infl. — Fig. 3. *S. retusa*, ♀ Inflor. — Fig. 4*a* u. 4*b*. ♂ Blüten von *S. amygdalina*. — Fig. 5*a* u. 5*b*. Desgleichen von *S. alba*. — Fig. 6. ♀ Blüte v. *S. alba*. — Fig. 7. Längsschn. d. d. Fruchtkn. v. *S. Caprea*. — Fig. 8. Samen v. *S. pentandra*. — Fig. 9 weibl., Fig. 10 männl. Blüte von *Populus nigra*. — Fig. 11. Längsschn. d. d. Fruchtkn. von *Populus tremula*. — Fig. 1—3 schwach, alles übrige stärker vergr. — Fig. 1—3 Original, 4—11 nach Hempel u. Wilhelm.

♂ Blüten mit 2 bis 5 (selten mehr) Staubgefäßen. Tragblätter nicht zerschlitzt. Perianth becherförmig oder aus kleinen Drüsen bestehend. Entomogam. Artenreiche Gattung, vorherrschend in dem nördlich-extratropischen Gebiete; zahlreiche Bastarde. Häufige mitteleuropäische Arten: 2 Staubgefäße: *S. purpurea*, *S. incana*, *S. Caprea*, *S. aurita*, *S. viminalis*, *S. alba* u. a.; 2 bis 5 Staubgefäße: *S. fragilis*, *S. amygdalina*, *S. pentandra*. Zwergweiden im alpinen

[96]) Haines H. H., in Journ. of Linn. Soc., XXXVII., 1906.

und arktischen Gebiete: *S. herbacea*, *S. retusa*, *S. reticulata*, *S. polaris* u. a. — Als „Trauerweide“ wird häufig *S. babylonica* (Asien), besonders aber *S. babyl.* × *fragilis* kultiviert, und zwar vorherrschend in ♀ Exemplaren. — Die jungen Zweige vieler Weiden werden zu Flechtwerken verarbeitet, besonders von *S. viminalis*, Korbweide, *S. amygdalina* (= *S. triandra*), *S. purpurea* u. a. mitteleurop. Arten, ferner *S. acutifolia*, Kaspische Weide (S. O. Eur., S. Sib.) und *S. petiolaris*, Amerikaner-Weide (Nordamerika). Rinden von Weidenarten werden als Gerberrinden und zur Gewinnung des Salicins verwendet. Holzwert gering.

In neuerer Zeit wird, dem Vorgang Van Tieghems folgend, zumeist die kleine (9.) Reihe der ***Batidales*** mit der einzigen Familie der ***Batidaceae***[97]) in diese Reihengruppe gestellt. — *Batis maritima* (Meeresküsten des trop. und subtrop. Amerika). Strauch von an die sukkulenten Chenopodiaceen erinnerndem Aussehen. ♂ Blüten mit 4 Staubgefäßen und 4 spatelförmigen, blumenblattähnlichen Bildungen. ♀ Blüten mit 4fächerigem Fruchtknoten und basilären Samenanlagen.

10. Reihe. *Urticales.*

Holzpflanzen oder krautige Pflanzen mit eingeschlechtigen, seltener zwitterigen, anemogamen oder (selten) entomogamen Blüten ohne Honigbildung. Blätter wechselständig oder gegenständig, mit Nebenblättern. Blüten in zymösen Infloreszenzen oder einzeln. Perianthium einfach, 4—6zählig, niemals korollinisch, selten fehlend. Staubgefäße über den Perianthblättern stehend, 4—6 (selten mehr). Fruchtknoten 1- bis 2blättrig, 1fächerig mit 1 Samenanlage, oberständig. 2 Integumente. Nüsse oder Steinfrüchte. Samen oft mit Nährgewebe. — Häufig Zystolithen.

Chalazogamie oder Übergangsformen zur Porogamie. Übereinstimmung mit den vorhergehenden Reihen der *Monochlamydeae* recht groß, doch kein direkter Zusammenhang mit einer derselben, am nächsten noch den *Fagales* stehend. Die vier folgenden Familien stehen einander sehr nahe (vielleicht besser zu vereinigen).

1. Familie: ***Moraceae***[98]). (Abb. 376—381.) Holzpflanzen mit Milchsäften. Blüten eingeschlechtig, in zymösen Infloreszenzen, die häufig köpfchenartig ausgebildet sind oder becherförmig verbreiterten Achsen aufsitzen. Perianthium 2- bis 6-, meist 4blättrig. Staubgefäße ebenso viele,

---

[97]) Dammer U. in E. P., III. 1a, S. 118. — Tieghem Ph. v. Sur les Batid. Journ. d. Bot., XVII., 1903. — Engler A., Syll., 4. Aufl., 1909.

[98]) Engler A. in E. P., III. 1, S. 66; Nachtr. III, S. 96; Nachtr. IV, S. 67. — Golenkin M., Beitrag zur Entwicklungsgesch. d. Infloresz. der Urticaceen u. Moraceen. Flora, 1894, S. 97. — Möbius M., Über die Blüten u. Früchte des Papiermaulbeerbaumes. Jahrb. f. wiss. Bot., 1900, S. 425. — Warburg O. u. Wildemann É. de, Les *Ficus* de la flore de l'État indep. d. Congo. Ann. d. Mus. d. Congo, 1904. — Warburg O., Die Gattung *Ficus* im nichttrop. Vorderasien. Ascherson-Festschr., 1904. — Engler A., Monogr. afrik. Pflanzenfam., I. Leipzig 1898. — Lauterbach und Schumann K. in Flora d. Deutsch. Schutzgeb., S. 268 (1905). — Renner O., Beitr. z. Anat. u. System. d. Artocarp. usw., Bot. Jahrb. f. System. usw., XXXIX., 1907; Die Lithozysten v. *Ficus*, Beih. bot. Zentralbl., 1. Abt., XXV., 1910. — Perrot E., Gilbert et Carnot, Rech. s. l. *Cecropia*. Trav. d. lab. d. mat. med. Paris, III., 1905. — Tischler G., Üb. d. Entw. d. Samenanl. parth. Ang.. Jahrb. f. w. Bot., 52., 1913. — Goebel K., Schleuderfrüchte bei Urticifl. Flora, 108. Bd., 1915. — Bechtel A. R., The flor. anat. of *Urtic.* Am. Journ. of Bot.. VIII., 1921. — Vgl. auch die auf S. 503 zitierte Abhandlung von Treub.

selten einzeln. 2 Narben. Samenanlage gekrümmt. Endosperm vorhanden oder fehlend.

A. **Moroideae.** Staubfäden in der Knospenlage einwärts gekrümmt, beim Aufblühen sich gerade streckend u. den Pollen ausschleudernd. Blätter in der Knospenlage gefaltet. — *Morus*, Maulbeerbaum. Monözisch oder diözisch. ♂ und ♀ Blütenstand kätzchenförmig. Perianthblätter bei der Fruchtreife fleischig; die Fruchtstände bilden die „Maulbeeren". Heterophyllie häufig. *M. alba* (China) mit weißen oder schwarzroten genießbaren Fruchtständen; *M. nigra* (Südwestasien) mit dunkelroten Fruchtständen, häufig kultiviert. Erstere liefert die Nahrung für Seidenraupen, letztere den mediz. verwendeten „Syrupus Mororum".

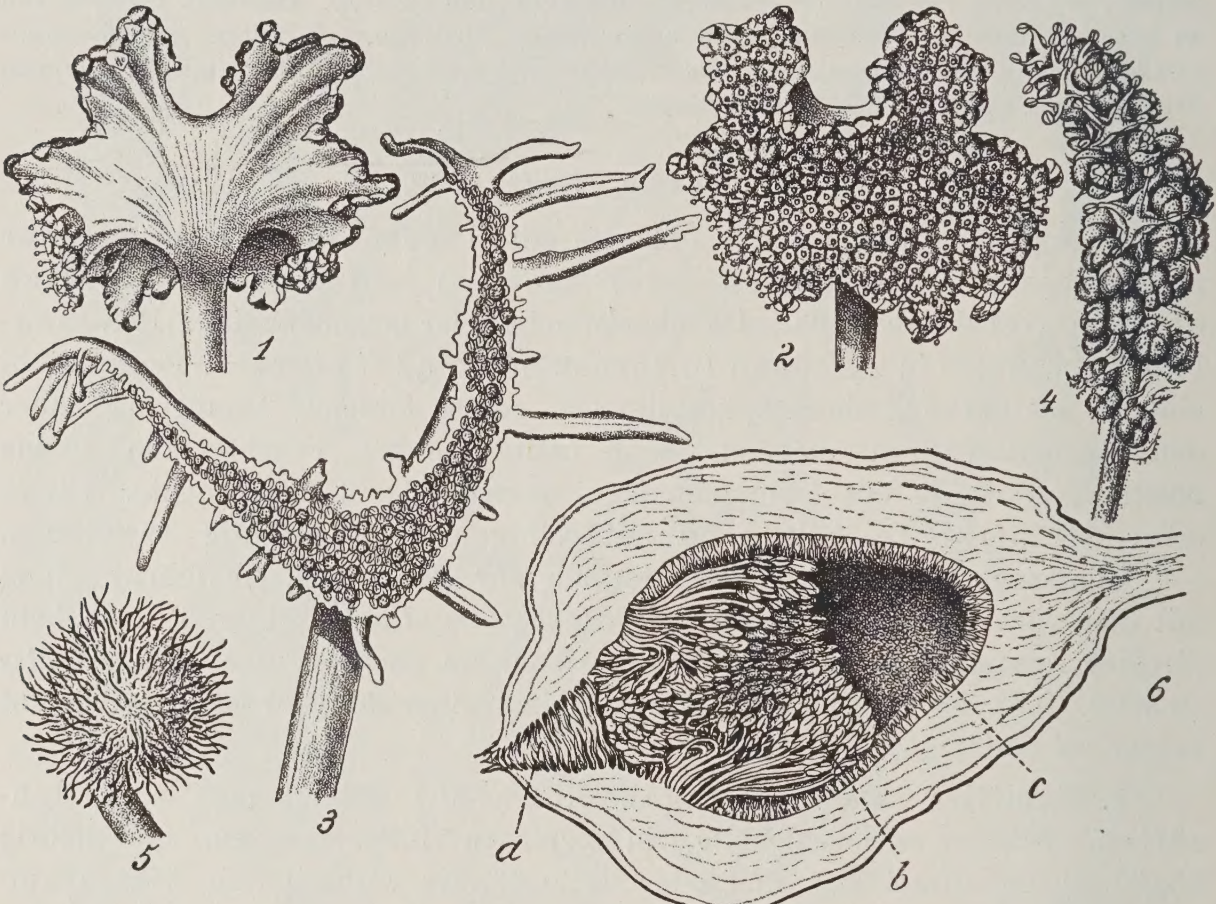


Abb. 376. *Moraceae.* — Fig. 1—3. Infloreszenzen von *Dorstenia.* — Fig. 4 männliche, Fig. 5 weibliche Infloreszenz von *Broussonetia papyrifera.* — Fig. 6. Infloreszenz von *Ficus pumila* im Längsschnitte, *a* sterile Blätter, *b* männliche, *c* weibliche Blüten. — Fig. 1—5 etwas vergr., 6 nat. Gr. — Original.

— *Maclura* und *Broussonetia.* ♂ Blütenstände kätzchenförmig, ♀ kopfförmig, *M. aurantiaca* (Nordamerika) mit genießbaren Fruchtständen und sehr hartem Holz; *B. papyrifera* (Japan) liefert Bast zur Papierbereitung. — *Dorstenia.* Infloreszenzen becherförmig, scheibenförmig oder geweihähnlich. Tropisch. Mehrere Arten apomiktisch. Ausschleudern der Früchte. *D. Contrajerva* (trop. Am.) liefert die mediz. verw. „Bezoarwurzel". — Gelbholz oder gelbes Brasilholz von *Chlorophora tinctoria* (tropisches Amerika).

B. **Artocarpoideae.** Staubfäden stets gerade. Blätter in der Jugend eingerollt. — *Ficus*, Feige[99]). Infloreszenz kugelig oder birnförmig, im Innern die Blüten tragend. Arten-

[99]) Vgl. darüber insbes. Solms-Laubach G., Herkunft, Domestikation usw. des gew. Feigenbaumes. 1882. — Mayer P., Zur Naturg. d. Feigeninsekt. Mitt. d. zool. Stat. Neapel, III. — Longo B., Ric. sul fico e sul caprif., Rendic. d. R. Accad. d. Linc., XV., 1906; Osserv. e ric. sul *F. Carica*, Ann. d. Bot., VII., 1909; l. c., IX., 1911; l. c., X., 1912. — Celi G.,

reiche Gattung, vorherrschend in den Tropen. *Ficus Carica*, heimisch im Mittelmeergebiet und dort, wie in anderen Gebieten mit mildem Klima, viel kultiviert, liefert die „Feigen" des Handels. Genießbar ist die fleischige Achse des Blütenstandes. Bestäubung durch eine Gallwespe (*Blastophaga*), welche die Eier in die ♀ Blüten ablegt und dabei den Pollen überträgt. Die ♀ Blüten sind dimorph: es gibt solche mit kurzen Griffeln ohne Narbenpapillen, in welche die Eier gelegt werden („Gallenblüten") — diese herrschen in den Infloreszenzen des Caprificus vor — und solche mit normalen Griffeln, welche befruchtet werden („Samenblüten"). Von der wildwachsenden Pflanze lassen sich 2 kultivierte Rassen ableiten: eine fast rein männliche Rasse, die var. *Caprificus*, und eine weibliche Rasse, die var. *domestica*. Genießbare Fruchtstände liefert meist nur die letztere. Sowohl die Wildfeige, wie die Kulturrassen erzeugen jährlich 3 Generationen von Blütenständen, die ebenso vielen Generationen der *Blastophaga* entsprechen. Eine Übersicht der Blütenstandgenerationen, deren volkstümliche Bezeichnungen (in Italien), sowie der Beziehungen der Gallwespen gibt die beistehende Abbildung (Abb. 377). Häufig liefert nur die zweite Infloreszenz-Generation der var. *domestica* die genießbaren Fruchtstände. Parthenokarpie nach Tischler. — *Ficus elastica*, Gummibaum, beliebte Zimmerpflanze (trop. As.), bildet in der Heimat mächtige Bäume mit Bretterwurzeln (Abb. 379); anfangs, wie zahlreiche andere *F.*-Arten, epiphytisch; liefert Kautschuk (gleichwie andere Arten)[100]). — *F. bengalensis*, Banyan, Ostindien; ebenfalls anfangs Epiphyt, dann mächtige Bäume bildend mit stammähnlichen Stützwuzeln, die den Ästen entspringen (vgl. Abb. 380). — *F. Sycomorus*, Sykomore, Ostafrika, liefert außerordentlich festes Holz und genießbare Fruchtstände. — *F. laccifera*, *F. religiosa* („Pipal" in Indien) u. a. liefern infolge des Stiches einer Schildlaus „Gummilack", „Schellack". — Viele Arten epiphytisch; durch Blattdimorphismus ausgezeichnet *F. pumila* (= *F. stipulata* — Jap., China), häufig in Gewächshäusern kultiviert; *F. geocarpa*

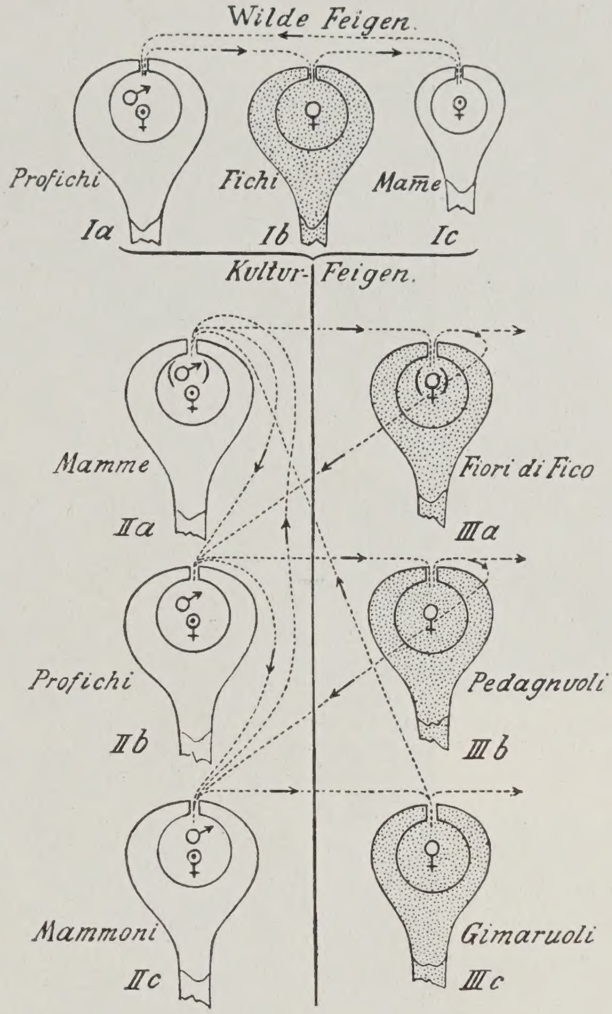


Abb. 377. Übersicht der Blütenstandformen u. der Bestäubungsverhältnisse von *Ficus Carica*. I*a*—*c*. Die 3 Blütenstandgenerationen der wilden Feige. II*a*—*c* von *F. C.* var. *Caprificus*, III*a*—*c* von *F. C.* var. *domestica*. — ♀ weibliche Blüten, ⚲ Gallenblüten, ♂ männliche Blüten, (♂) und (♀) verkümmerte männliche, bzw. weibliche Blüten. Die punktierten Blütenstände können eßbare Feigen liefern. ..... Wege des Insektes. — Nach Ravasini.

Ricerche sulla biolog. e filog. d. Fico. Atti R. Istit. Incorraggiam. Napoli, Ser. VI., Vol. IV., 1908. — Leclerc du Sablon M., Observ. s. l. div. form. d. Fig. Rev. gén. d. Bot., XX., 1908. — Tschirch A., Die Feigenb. Italiens usw. Ber. d. deutsch. bot. Ges., XXIX., 1911. — Tschirch A. u. Ravasini R., Über d. Urfeige u. ihre Bez. z. d. Kulturf. Sitzber. d. Naturf. Ges. Zürich, 1911. — Ravasini R., Die Feigenbäume Italiens usw. Bern, 1911.

[100]) Warburg O., Kautschukpfl. Berlin 1900. — Ule E., Kautschukpfl. d. Amazonargeb. Jahrb. f. syst. Bot., XXXV., 1905.

(Ostindien) entwickelt die Infloreszenzen an unterirdischen Stolonen, *F. Vrieseana* (Java) an den Basalteilen des Stammes; bei *F. hirta* (Java) und wohl auch anderen Arten Apogamie. — *Castilloa*. Infloreszenz kuchenförmig: *C. elastica* (Zentralamerika) liefert Kautschuk (Abb. 378). — *Antiaris*. Infloreszenz scheibenförmig: *A. toxicaria*, der Upas-Baum (Sundainseln), mit giftigem Milchsaft. — *Brosimum*. Infloreszenzen kugelig; *B. Galactoden-*

Abb. 378. *Castilloa elastica*. — Nach einer käuflichen Photographie.

dron, der Milchbaum (Venezuela), mit süßem, genießbarem Milchsaft, *B. Alicastrum* (trop. Am.) liefert Kautschuk. — *Artocarpus*, Brotfruchtbaum. Infloreszenzen kugelig oder keulenförmig: *A. communis* (= *A. incisa*) (Sundainseln) und *A. integrifolia* (Ostindien) mit genießbaren Fruchtständen, in den Tropen allg. kultiviert. Es gibt Kulturformen mit ganz sterilen Früchten. — Hier schließt sich auch *Cecropia* (Abb. 381) an mit handförmig geteilten Infloreszenzen. Tropisches Amerika. Mehrere Arten liefern Kautschuk. Bemerkens-

Abb. 379. *Ficus elastica* im botanischen Garten zu Peradeniya (Ceylon) mit Bretterwurzeln. — Nach einer käuflichen Photographie.

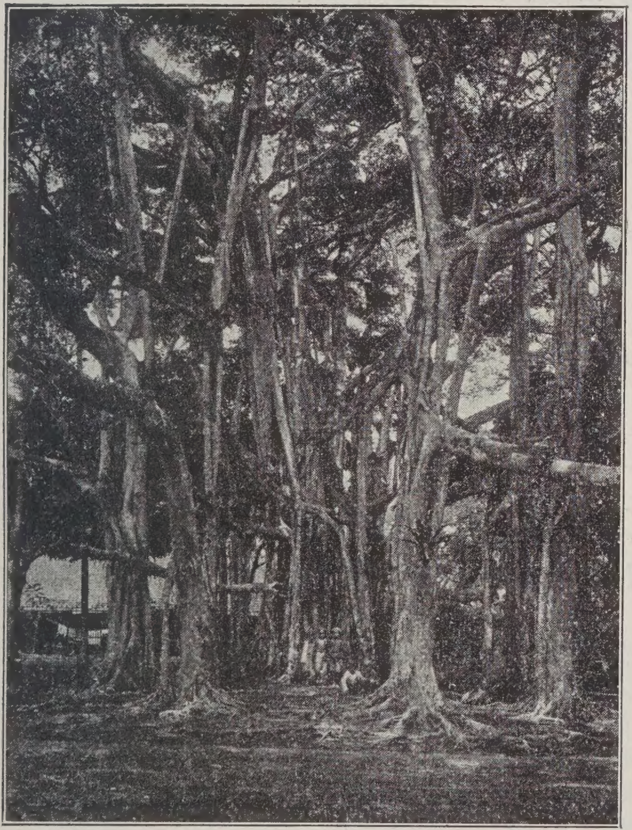


Abb. 380. *Ficus bengalensis* im bot. Garten zu Buitenzorg (Java) mit stammähnl. Adventivwurzeln. — Nach einer Photogr. v. Herrmann.

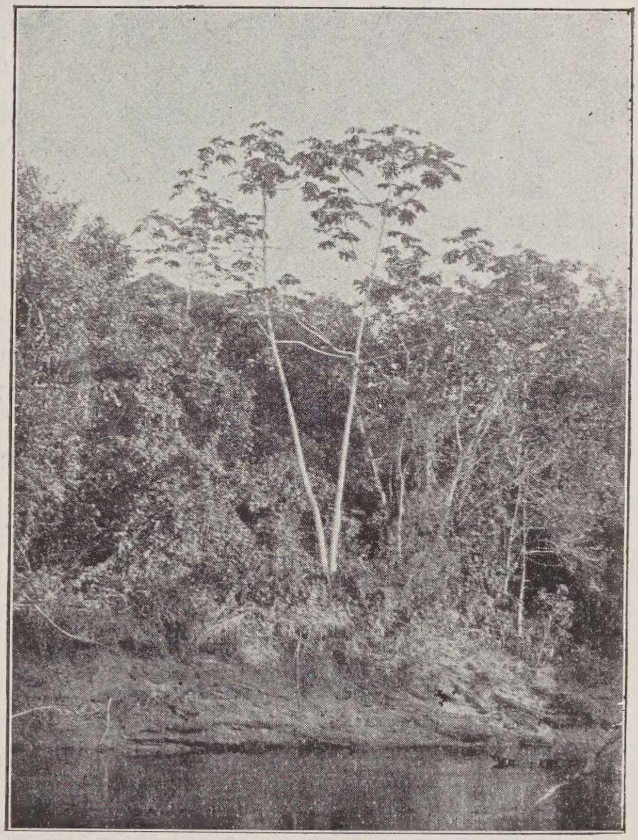


Abb. 381. *Cecropia Adenopus* am Rio branco in Südbrasilien. — Original.

wert sind mehrere Arten durch ihre Beziehung zu Ameisen (hohle Stammglieder mit präformierten Eingängen, Ausbildung von Futterhaaren („Müllersche Körperchen") an den Blattstielbasen[101]).

2. Familie: **Cannabaceae**[102]). Krautige Pflanzen ohne Milchsäfte. Blüten eingeschlechtig, in zymösen Infloreszenzen, welche rispen-, köpfchen- oder kätzchenförmig sind. Männliche Blüten mit 5blättrigem

Abb. 382. *Ulmaceae*. — Fig. 1. *Celtis rugosa*, *m* ♂, *z* zwitterige Blüten. — Fig. 2. Frucht v. *Celtis australis*; Fig. 3 dieselbe im Längsschn.; Fig. 4 Steinkern. — Fig. 5. Fr. v. *Planera aquatica*. — Fig. 6. *Ulmus scabra*, Blütenzweig; Fig. 7 Einzelblüte davon. — Fig. 8. Frucht von *Ulmus campestris*. — Fig. 1, 2, 8 nat. Gr., 3—7 vergr. — Fig. 2—4 nach Schneider, 5 nach Sargent, 1, 6—8 Original.

Perianthium und 5 Staubgefäßen. Filamente in der Knospenlage gerade. 2 Griffel oder wenigstens 2 Narben. Samenanlage gekrümmt.

---

[101]) Vgl. Schimper A. F. W., Die Wechselbez. zw. Pfl. u. Ameis. Jena 1888. — Warming E., Om et Par af Myrer beb. Träer. Vid. Meddel. naturh. For., 1893. — Ihering H. v., Die Cecropien u. ihre Schutzam. Bot. Jahrb. f. Syst. usw., XXXIX., 1907. — Fiebrig K., *Cecr. pelt.* u. ihr Verh. zu *Azteca*. Biol. Zentralbl., XXIX., 1909.

[102]) Engler A. in E. P., III. 1, S. 1889. — Lermer u. Holzner, Beitr. zur Kenntn. d. Hopfens. Zeitschr. f. d. ges. Brauwesen, XV. u. XVI., 1892—1893. — Montemartini L., Sul valore morfol. dell'ovario etc. Rendic. d. Congr. bot. Palermo, 1903. — Tournois, Et. s. l. sexual. d. houbl. Ann. sc. nat., Bot., 9. sér., XIX., 1914; Form. d'embr. chez le houbl. per l'act. d. poll. d. chouvre. C. R., Paris, 1911. — Winge O. The pollin. and firt. proc.

Humulus, Hopfen. Windend. Fruchtstand zapfenähnlich: derselbe weist paarig gestellte „Deckblätter" (Nebenblätter der spreitenlosen Deckblätter) auf; in der Achsel jedes Paares stehen 2—6 Blüten, welche einen Doppelwickel mit reduzierter Zentralblüte bilden. Die Vorblätter wachsen heran und werden den Deckblättern ähnlich. Gelegentliche Apomixis wahrscheinlich. *Humulus Lupulus* im nördlich-extratropischen Gebiete verbreitet, auch kultiviert. Liefert die medizinisch verwendeten „Glandulae Lupuli" (Drüsen der Hochblätter der Fruchtzapfen). Dieselben, bzw. die von ihnen abgeschiedenen bitteren Stoffe, bedingen die Verwendung des Hopfens in der Bierbrauerei. Junge Sprosse als Gemüse. *H. japonicus* (Japan, China) in neuerer Zeit viel kultivierte Schlingpflanze. — *Cannabis*, Hanf. Aufrecht stehend, Blätter handförmig geteilt. Keine Fruchtzapfen. *C. sativa* (Asien) vielfach kultiviert wegen der ölreichen Samen und der Bastfasern des Stengels. Die im Orient und in Südasien kultivierte f. *indica* dient zur Bereitung des Haschisch.

3. Familie: **Ulmaceae**[103]). (Abb. 382.) Holzpflanzen ohne Milchsäfte. Blüten eingeschlechtig oder zwitterig, einzelnstehend oder in doldenförmigen (zymösen) Infloreszenzen. Perianthium 4- bis 6blättrig, mit ebensovielen superponierten oder in größerer Zahl vorhandenen Staubgefäßen. Filamente in der Knospenlage gerade. 2 Narben. Samenanlage anatrop oder gekrümmt. Blätter meist asymmetrisch.

Ulmus, Frucht eine geflügelte Nuß. Antheren extrors. Blüten in doldenförm. Infloreszenz. Bäume der nördlichen Hemisphäre. In Europa verbreitet: *U. laevis* (= *U. pedunculata*), die Flatter-Ulme, *U. campestris*, Feld-U. (f. *suberosa* mit Korkflügeln), *U. scabra*, Berg-U.; in Nordamerika: *U. americana*, *U. fulva* u. a. Liefern Werkholz, besonders *U. campestris*. — *Celtis*. Steinfrucht, Antheren intrors, Blüten in Trugdolden oder einzeln. Chalazogam. In den Tropen und extratropisch, besonders in der nördl. Hemisphäre. *Celtis australis*, Zürgelbaum, in Südeuropa, *C. occidentalis* im atlantischen Nordamerika, in Europa mitunter kultiviert, liefern Werkholz. — *Zelkova* (Orient und Ostasien), *Planera* (Nordamerika).

4. Familie: **Urticaceae**[104]). (Abb. 383.) Kräuter, selten Holzpflanzen, ohne Milchsäfte. Blüten eingeschlechtig (selten zwitterig), in zymösen Knäueln oder Köpfchen, die oft rispen- oder kätzchenförmig vereinigt sind. Perianthium 4blättrig (selten 2-, 3- oder 5blättrig); Staubgefäße 4 (selten 2—5; 1 bei *Forskohlea* und Verw.), epipetal, mit in der Knospenlage eingekrümmten, dann elastisch zurückschlagenden (Pollenverbreitung) Filamenten. 1 Narbe, oft federig oder büschelig. Samenanlage gerade oder gekrümmt. Oft Brennhaare an den veget. Organen. Inneres Integument wie bei allen *Urticales* häufig geschlossen.

---

in *Humulus*. C. R. Trav. lab. Carlsberg, XI., 1914. — Salmon E. S., The pollin. a. d. fertil. of hops etc. Journ. Board. Agr., XXI., 1914. — Schmidt J., Investig. on hops. C. R. Trav. lab. Carlsberg, 1914—1918.

[103]) Engler A. in E. P., III. 1, S. 59, 1889; Nachtr. III, S. 46; Nachtr. IV, S. 66. — Nawaschin S. in Ber. d. deutsch. bot. Ges., XII., S. 163, 1894. — Houlbert Ch., Phylogénie d. Ulm. Rev. gen. Bot., XI., 1899. — Schneider C., Beitr. z. K. d. Gttg. *Ulm.*, Öst. bot. Zeitschr., 1916.

[104]) Engler A. in E. P., III. 1, S. 98, 1889; Nachtr. III, S. 97; Nachtr. IV, S. 69. — Golenkin M., Beitr. z. Entw.-Gesch. d. Blütenst. der Urtic. etc. Flora, LXXVIII., 1894. — Hochreutiner B. P. G., Le genre *Urera*. Ann. Conserv. bot. Genève, V., 1901. — Modilewsky J., Zur Samenentw. einig. Urticifl. Flora, 98. Bd., 1908. — Strasburger E., Sexuelle u. apog. Fortpfl. b. Urticac. Jahrb. f. wissensch. Bot., XLVII., 1910.

Urtica, Brennessel. Mit Brennhaaren. *U. dioica*, weit verbreitete Ruderalpflanze, liefert ebenso wie *U. cannabina* (As.) als Textilstoff brauchbare Bastfasern. *U. urens* ebenfalls weit verbreitete Ruderalpflanze. Brennhaare besitzen auch die tropischen Gattungen *Urera* und *Laportea*. — Ohne Brennhaare: *Pilea* (zahlreiche Arten in den Tropen; in Ge-

Abb. 383. *Urticaceae*. — Fig. 1—4. *Urtica*; Fig. 1 Infloresz. von *U. atrovirens*; Fig. 3 ♀ Bl. derselben, Fig. 2 ♂ Bl. von *U. Dodartii*, Fig. 4 Längsschn. durch die ♀ Bl. derselben. — Fig. 5—7. *Elatostema ficoides*; Fig. 5 ♂ Infloresz.; Fig. 6 Stück daraus; Fig. 7 Teil einer ♀ Infloresz. — Fig. 8. ♂ Bl. v. *Boehmeria macrophylla*. — Fig. 9. ♀ Bl. v. *B. nivea*. — Fig. 10. ♀ Bl. v. *Laportea gigas*. — Fig. 11. Epidermis v. *Boehmeria* mit Zystolith. — Fig. 12. Brennhaar von *Urtica urens*. — Fig. 1 nat. Gr.; Fig. 2—10 schwach, 11 u. 12 stark vergr. — Fig. 1 bis 10 nach Weddell, Fig. 11 nach de Bary, Fig. 12 nach Kny.

wächshäusern oft kultiviert *P. mucosa*; Ausschleudern der Früchte durch als Schwellkörper fungierende Staminodien), *Boehmeria* (*B. nivea*, Ramie oder Chinagras mit 2 Rassen, deren eine, die f. *chinensis*, vorherrschend in Ostasien, die andere, f. *indica*, in Südasien kultiviert wird, liefert Textilfaser), *Parietaria* (*P. officinalis*, verbreitet in Mittel- und Südeuropa, Orient).

11. Reihe. *Piperales.*

Reihe mit eingeschlechtigen oder zwitterigen Blüten ohne Perianthium.

Rein morphologisch betrachtet steht die Reihe durch die häufig zwitterigen Blüten höher als die vorhergehende Reihengruppe; das ganz fehlende Perianthium läßt sie primitiv erscheinen.

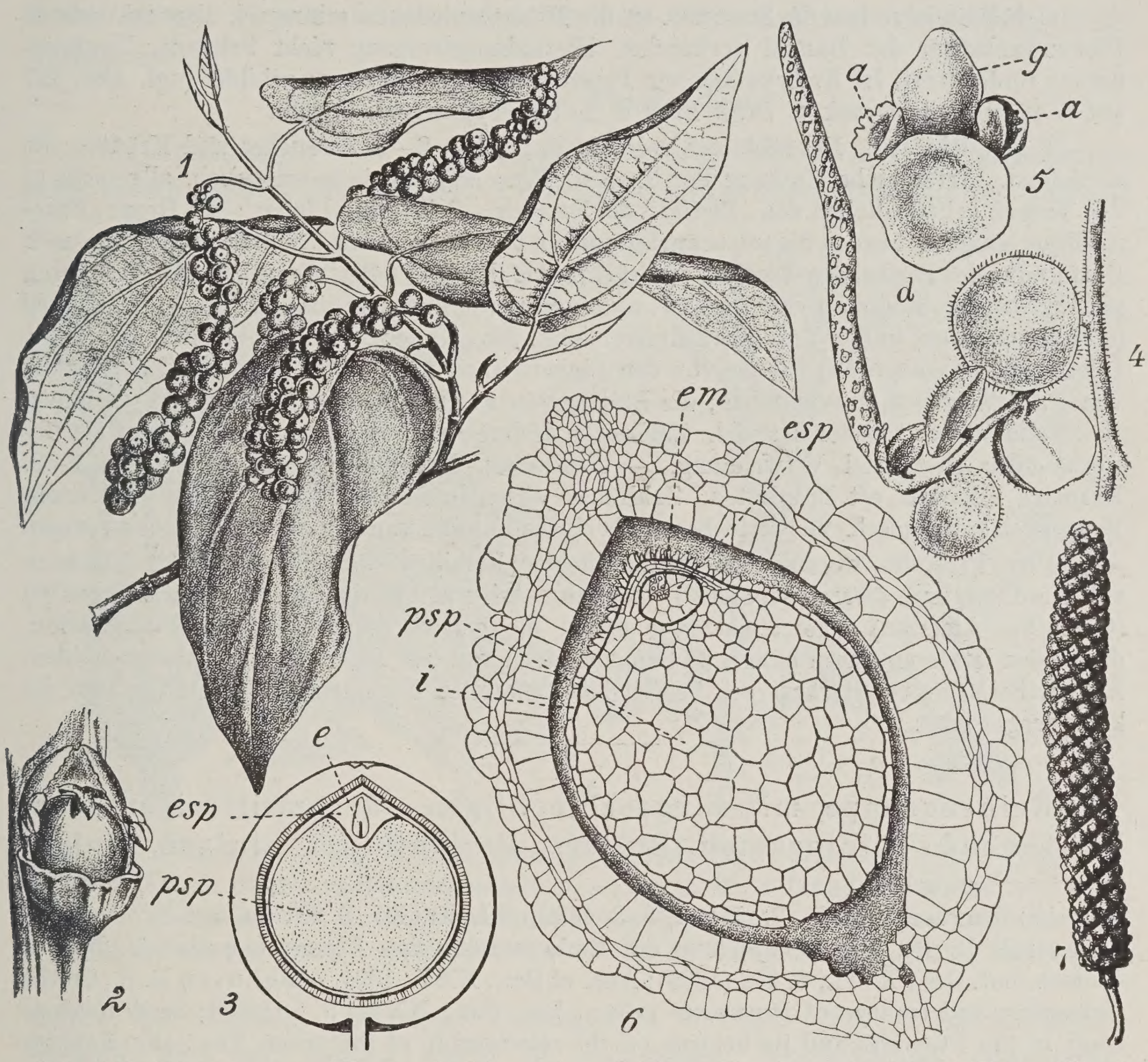


Abb. 384. *Piperaceae.* — Fig. 1—3. *Piper nigrum*; Fig. 1 Fruchtzweig; Fig. 2 Blüte; Fig. 3 Frucht, durchschnitten, *e* Embryo, *esp* Endosperm, *psp* Perisperm. — Fig. 4 u. 5. *Peperomia*; Fig. 4 blühender Zweig; Fig. 5 Blüte, *d* Deckblatt, *a* Staubgefäß, *g* Griffel. — Fig. 6. Durchschn. d. die junge Frucht von *Peperomia pellucida*, *em* Embryo, *esp* und *psp* wie in Fig. 3, *i* Integument. — Fig. 7. Fruchtähre von *Piper longum*. — Fig. 7 nat. Gr., Fig. 1 verkl., Fig. 3 u. 4 schwach, Fig. 2 u. 5 stärker, Fig. 6 noch stärker vergr. — Fig. 1—3 nach Baillon, Fig. 6 nach Johnson, Fig. 4, 5 u. 7 Original.

Die systematische Stellung der Reihe ist überhaupt unsicher. Serodiagnostische Untersuchungen deuten auf Verwandtschaft mit *Fagaceae* und *Myricaceae*.

Blüten perianthlos. Staubgefäße 10. Fruchtknoten einfächerig, mit einer grundständigen Samenanlage oder mit mehreren wandständigen Samenanlagen.

Piperaceae[105]). (Abb. 384.) Kräuter oder Holzpflanzen mit schraubig, seltener wirtelig gestellten Blättern, diese mit Nebenblättern oder ohne solche. Blüten in dichten Ähren oder Trauben. Gynöceum 1- bis 6- (meist 3-)blättrig, aber einfächerig, mit 1—6 Narben und einer grundständigen geraden Samenanlage. Beere oder Steinfrucht mit reichem Nährgewebe (Endosperm + Perisperm).

Gefäßbündelverlauf des Stammes an die Monocotyledonen erinnernd, aber sekundäres Dickenwachstum der Bündel vorhanden. Bestäubungsvorgang nicht bekannt, Insektenbesuch findet statt. Im Embryosack von *Peperomia* werden 16 Kerne gebildet (vgl. Abb. 337 auf S. 491); Embryosack v. *Piper* nach d. *Lilium*-Typus (vgl. S. 493).

Piper, Pfeffer. Nebenblätter vorhanden. Narben 2—6. Sträucher und Kräuter, oft klimmend. Artenreiche Gattung der Tropen. *Piper nigrum*, indo-malayisch, allgemein in den Tropen gebaut, liefert den „Pfeffer" des Handels. „Schwarzer Pfeffer" (als Droge „Fructus Piperis nigri") werden die getrockneten ganzen Früchte genannt, „weißer Pfeffer" die nach Entfernung des Perikarps getrockneten Früchte. Als „langer Pfeffer" kommen die Fruchtähren von *P. longum* (indo-malayisch) und *P. officinarum* (Sundainseln) in den Handel. *P. Cubeba* (tropisches Asien; in den Tropen kultiviert) liefert die „Kubeben". Die Blätter von *P. Betle*, „Betel" (indo-malayisch) werden von den Eingeborenen zum Kauen verwendet, ebenso die von *P. methysticum*, Kavapflanze; die Blätter von *P. angustifolium* (Südamerika) kommen als „Folia Matico" in den Handel. Zahlreiche andere Arten finden in ihrer Heimat als Gewürze oder Heilmittel Verwendung. — *Peperomia*. Nebenblätter fehlen. Narben 1—2. Krautige Pflanzen, oft Epiphyten. Zahlreiche Arten in den Tropen der Alten und Neuen Welt, auch subtropisch. Vielleicht besser als eigene Familie von den *Piperaceae* abzutrennen.

Den *Piperales* werden zumeist die kleinen Familien der **Saururaceae**[106]) (Ostasien und Nordamerika), **Chloranthaceae**[107]) (tropisches Asien u. Amerika) und **Lacistemonaceae**[108]) (tropisches Amerika) zugerechnet, von denen die erstere durch marginale Plazentation, die beiden letzteren durch hängende Samenanlagen von den Piperaceen sich unterscheiden. Eine nähere Verwandtschaft der beiden letztgenannten Familien mit den *Piperaceae* ist keineswegs sicher.

Reihengruppe mit eingeschlechtigen oder zwitterigen, vorherrschend zoidiogamen Blüten. Perianthium einfach, kelch-

---

[105]) Engler A. in E. P., III. 1, S. 3, 1889; Nachtr. III, S. 92; Nachtr. IV, S. 62. — Campbell D. H., Die Entwicklung des Embryosackes von *Peperomia pellucida*. Ber. d. deutsch. bot. Ges., XVII., S. 452 (1899); Ann. of Bot., XXV., 1901. — Johnson D. S., On the endosperm and embryo of *Peperomia pelluc.*, Bot. Gaz., XXX., S. 1 (1900); Seed development in the *Piperales* and its bearing on the relationship of the order, The John Hopkins Univ. Circ., Nr. 178, 1905; A new type of embr. in *Peperomia*, The John Hopk. Univ. Circ., 1907; The struct. and seed develop. of *P. hispidula*. Am. Journ. of Bot., 1914. — Hill A. W., The morphol. and seedl. struct. etc., Ann. of Bot., XX., 1906, u. XXI., 1907; On the seedl. struct. of cert. *Piperales*, l. c. — Brown H., The nat. of the embryo sac of *Peperomia*. Bot. Gaz. XLVI., 1908. — Schürhoff O., Zellen und Lichtkondensoren bei einig. Peperomien. Beih. bot. Zentralbl., XXIII., 1. Abt., 1908. — Fischer G. C., Seed developm. in the gen. *Peperomia*. Bull. Torr. Bot. Cl., 41., 1914. — Palm B., Stud. üb. Entw. u. Konstrukt.-Typ. d. Embryos. Stockholm 1915. — Häuser R., Unters. an Makrogam. von *Piperac.* Beitr. allg. Bot., I., 1916. — Candolle C. de, Piperac. clav. anal. Candollea I., 1923.

[106]) Engler A. in E. P., III. 1, S. 1, 1889; Nachtr. III, S. 92. — Shibata K. u. Miyake K., Über Parthenog. bei *Houttuynia*. Bot. Mag. Tokyo, XXII., 1908.

[107]) Engler A. in E. P., III. 1, S. 12, 1889. — Armour H. M., On the morphol. of *Chloranthus*. New Phytol., V., 1906.

[108]) Engler A. in E. P., III. 1, S. 14, 1889.

artig oder korollinisch. Männliche Blüten mit epitepalen Staubgefäßen.

Befruchtungsvorgang noch nicht vollständig bekannt, doch scheint endotroper Verlauf des Pollenschlauches noch häufig vorzukommen.

Die folgenden Reihen zeigen viel Gemeinsames, so daß ihre Zusammengehörigkeit kaum zweifelhaft ist. Direkte Beziehungen zur vorhergehenden Reihengruppe sind nicht erweisbar. So wie diese besitzen sie ursprüngliche Charaktere.

12. Reihe. *Proteales.*

Holzpflanzen mit zwitterigen oder eingeschlechtigen, entomogamen oder ornithogamen Blüten. Blätter wechselständig, ohne Nebenblätter. Perian-

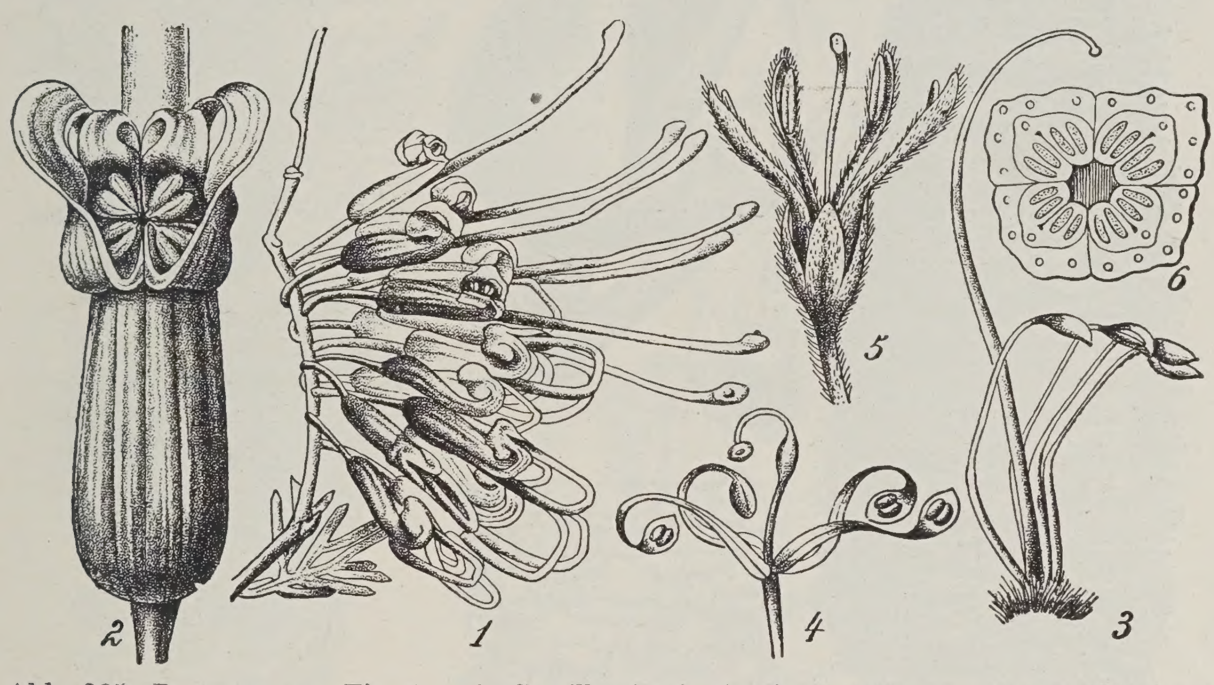


Abb. 385. *Proteaceae.* — Fig. 1 u. 2. *Grevillea Preissei*; Fig. 1 Infloresz., Fig. 2 Blüte von vorne. — Fig. 3. Blüte von *Banksia ericaefolia.* — Fig. 4. Bl. v. *Lomatia longifolia.* — Fig. 5. Bl. von *Spatalla gracilis.* — Fig. 6. Blütenknospenquerschn. v. *Banksia dryandroides.* — Fig. 1, 3, 4, 5 etwas, 2 u. 6 stärker vergr. — Fig. 1—3 Original, 4—6 nach Engler.

thium korollinisch, 4blättrig. Staubgefäße 4, über den Perianthblättern stehend und mit diesen meist ± verbunden. Fruchtknoten einblättrig, oberständig.

Einzige Familie: **Proteaceae**[109]). (Abb. 385, 386 und 387, Fig. 1 und 2.) Blüten in Ähren, Trauben oder kolbenförmigen Infloreszenzen. Perianthium aktinomorph oder zygomorph. Samenanlagen in jedem Fruchtknoten 1 bis viele, mit 2 Integumenten. Balgkapsel oder Schließfrüchte. Manchmal mehr als 2 Kotyledonen. Blätter häufig lederartig oder starr.

---

[109]) Engler A. in E. P., III. 1, S. 119, 1889; Nachtr. III, S. 98; Nachtr. IV, S. 70. — Schwarzbart J., Anat. Unters. v. Proteaceenfrüchten. Dissert., Erlangen 1904. — Ballantine A. J., A prelimin. note on the embryosac of *Protea Lepidocarpon.* Ann. of Bot., XXIII., 1909. — Fletscher J. J., Ill. in Polycotyledony in *Persoonia.* Proc. Linn. Soc. N.-S.-Wales, XXXIII., 1909.

Der Embryosack zeigt, soweit bekannt, den Normaltypus der Angiospermen. Beachtenswert erscheint, daß er eine schlauchförmige Verlängerung in die Mikropyle treibt.

Vorherrschend der südlichen Hemisphäre angehörig; in größter Artenzahl in Australien und dort vielfach wesentliche Bestandteile von Formationen bildend.

Artenreichste Gattungen: Frucht einsamig. Blüten einzeln stehend: *Leucadendron*, *Protea* (Südafrika); die eigentümliche Flugeinrichtung der Früchte der ersteren zeigt Abb. 387, Fig. 1 u. 2. — Frucht meist mehrsamig. Blüten zu zweien in den Achseln der Deckblätter (Abb. 386, Fig. 4): *Banksia*, *Dryandra*, *Grevillea*, *Hakea* (alle austral.). Viele Arten in Ge-

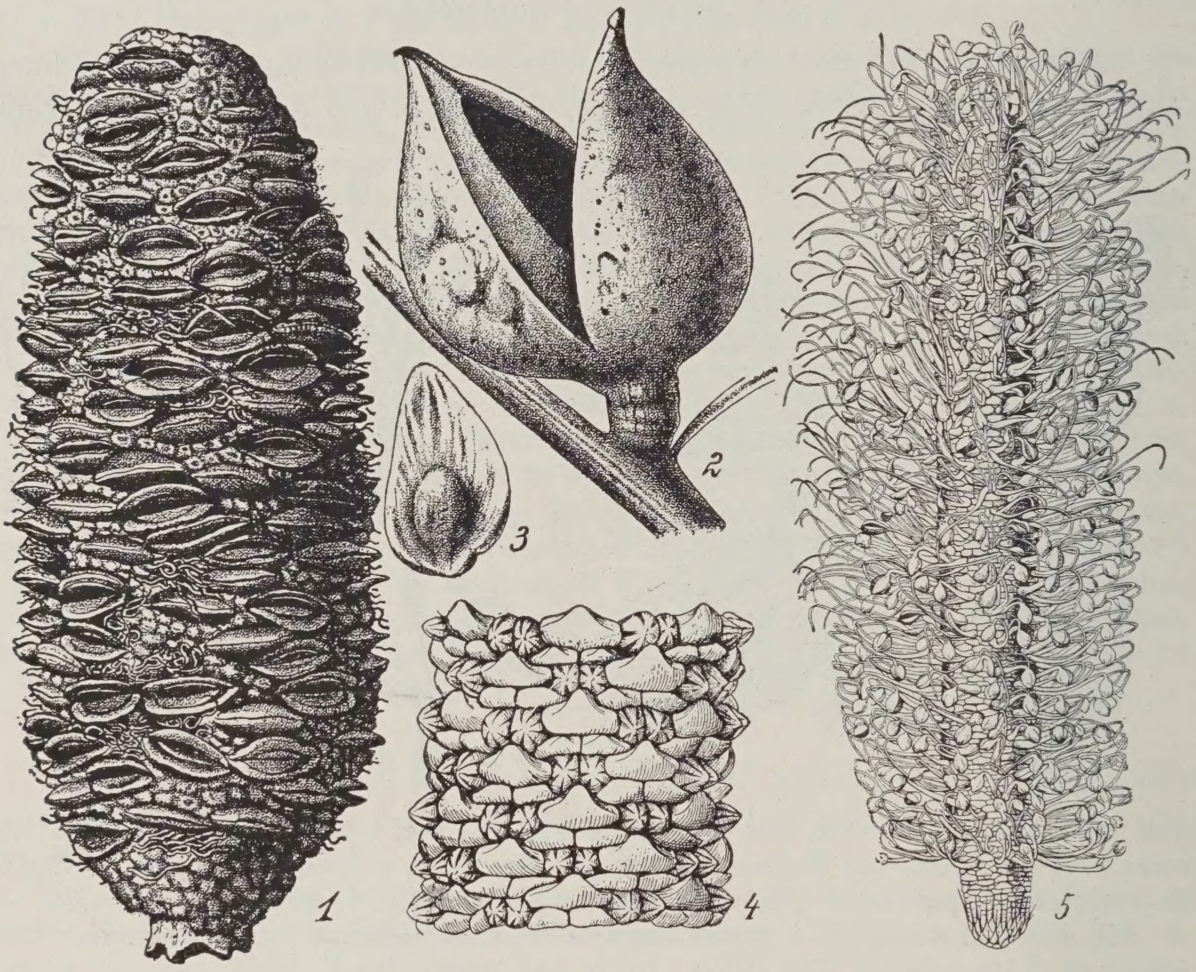


Abb. 386. *Proteaceae*. — Fig. 1. Fruchtstand von *Banksia verticillata*. — Fig. 2. Frucht, Fig. 3 Samen von *Hakea laurina*. — Fig. 4. Stück einer jungen Infloreszenz, Fig. 5 ganz aufgeblühte Infloreszenz von *Banksia ericaefolia*. — Fig. 1 u. 5 verkl., 2 u. 3 nat. Gr., 4 etw. vergr. — Original.

wächshäusern kultiviert, mehrere liefern Nutzhölzer, andere Gerberrinden, so *Leucadendron argenteum*, der südafrikan. „Silberbaum", *Banksia serrata* u. a.

13. Reihe. *Santalales*.

Holzpflanzen oder krautig. Von den *Proteales* besonders durch das unterständige Gynöceum verschieden. Perianth 2- bis 8blättrig, bei den Olacaceen scheinbar (?) zweiwirtelig, sonst einwirtelig, kelchartig oder korollinisch. Blätter wechselständig oder gegenständig, ohne Nebenblätter.

Verwandtschaft mit den *Proteales* zweifellos.

1. Familie: ***Santalaceae***[110]). Chlorophyllhaltige Halbparasiten (ob alle?), welche auf Ästen von Holzpflanzen wachsen oder mit Haustorien aus unterirdischen Teilen der Nährpflanzen Nahrung entnehmen. Blätter einfach, manchmal reduziert. Blüten meist klein, zwitterig oder eingeschlechtig mit 3- bis 6- (meist 4- bis 5-)blättrigem, vereintblättrigem Perianth. Staubgefäße so viele als Perianthblätter, über diesen stehend und $\pm$ mit ihnen verbunden. Fruchtknoten 1fächerig mit zentraler Plazenta und 1—3 integumentlosen Samenanlagen. Samen ohne Samenschale. Nuß oder Steinfrucht.

Abb. 387. Flugfrüchte von *Leucadendron argenteum* (*Proteaceae*) (Fig. 1 u. 2) und von *Myzodendron brachystachyum* (*Myzodendraceae*) (Fig. 3 u. 4). — Im ersteren Falle gehen die Flugorgane sicher, im letzteren Falle wahrscheinlich aus Perianthblättern hervor. — Nat. Gr. — Fig. 1 u. 2 Original, 3 und 4 nach Hooker.

Der Embryosack wächst oft schlauchförmig einerseits in den Nucellus, anderseits in den Hohlraum zwischen Plazenta und Fruchtblatt hinein. Verwandtschaft mit den Loranthaceen zweifellos, im Bau des Fruchtknotens noch weniger abgeleitet als diese.

Europäische Santalaceen: *Thesium* (zahlreich auch in Südafrika) und *Osyris alba* (Mittelmeergebiet), erstere krautig, letztere strauchig. — „Weißes oder gelbes Sandelholz“

[110]) Hieronymus G. in E. P., III. 1, S. 202, 1889; Nachtr. III, S. 98; Nachtr. IV, S. 74. — Tieghem Ph. v., Sur les phanérogames à ovule sans nucelle, formant le groupe des Innucellées ou Santalinées. Bull. d. l. soc. bot. d. Fr., XLIII., 1896. — Heinricher E., Notiz über die Keimung von *Thesium* in Ber. d. deutsch. bot. Ges., XVII., S. (247). — Barbar C. A., The Haustor. of *Sant. alb.* Mem. Dept. Agric. India, Bot., 1. Ser., 1906.

Abb. 388. *Viscum album* auf entlaubten Pappeln bei Breslau. — Nach einer Photographie von Herzog.

liefert *Santalum album* (Indo-malay.), „ostafrikanisches Sandelholz“ *Osyris tenuifolia* (Ostafrika). Aus dem Holz der erstgenannten Art wird durch Destillation das mediz. verwendete „Oleum Santali“ gewonnen.

Nicht parasitisch lebende Formen umfassen die zweifellos ebenfalls hierher gehörigen Familien der (2.) **Grubiaceae**[111]) (Südafrika), (3.) **Opiliaceae**[112]) (Afrika, Asien, Amerika), (4.) **Octocnemataceae**[113]) (Westafr.) und) (5.) **Olacaceae**[114]) (Südamerika, Afrika und Indomalay.). Den *Santalaceae* als abgeleitete Formen lassen sich unmittelbar anschließen die ebenfalls halbparasitischen (6.) **Myzodendraceae**[115]) (*Myzodendron* mit sehr merkwürdigen, federartigen Flug- und Befestigungsorganen an den Früchten, vgl. Abb. 387, Fig. 3 u. 4, Anden, Südamerika).

7. Familie: **Loranthaceae**[116]) (= *Viscaceae* 1802)[117]). (Abb. 388—390.) Auf den oberirdischen Teilen von Holzpflanzen wachsende Halbparasiten (*Nuytsia* — Australien — soll nicht parasitisch leben; *Phrygilanthus aphyllus* — auf *Cereus* in Chile — ganz Parasit, blattlos) mit zumeist lederigen, einfachen, chlorophyllhältigen Blättern. (Reduzierte Blätter bei *Eubrachion,* schuppenförmige Blätter und verbreiterte, als Assimilationsorgane fungierende Stengelglieder bei *Arceuthobium, Viscum*-Arten usw.). Haustorienbildung (vgl. Abb. 390) sehr mannigfach: entweder geht aus der bei der Keimung entstehenden Haftscheibe (Fig. 6) ein flächenförmig verbreiterter Saugkörper hervor, der mit großer Oberfläche dem Holze der Nährpflanze aufsitzt (Fig. 1), oder es entstehen aus jenem

---

111) Hieronymus G. in E. P., III. 1, S. 228, 1889.

112) Engler A. in E. P., Nachtr., S. 142, 1897; Nachtr. IV, S. 74.

113) Tieghem Ph. v., Sur le genre Octocnème etc. Journ. d. Bot., XIX., 1905. — Engler A., *Octocn.* afric. Bot. Jahrb. f. Syst. etc., XLIII., 1909. — E. P., Nachtr. IV, S. 75.

114) Engler A. in E. P., III. 1, S. 231, 1889; Nachtr. III, S. 98; Nachtr. IV, S. 74. — Colozza A., Contrib. all' anat. delle *Olac.* Nuovo giorn. bot. Ital., XI., 1904. — Heckel E., Sur le proc. germinat. etc. Ann. Inst. Col. Marseille, VIII., 1901. — Gagnepain F. (Bull. Soc. bot. d. Fr., LVII., 1910) trennt von Familie 3 u. 5 ab: Die *Aptandraceae, Schoepfiaceae* u. *Erythropalaceae.*

115) Skottsberg C., Bem. z. Syst. d. Gttg. *M.* Bot. Jahrb.. L., 1913; in Engler A., Pflanzenreich, IV, 68, 1914.

116) Engler A. in E. P., III. 1, S. 156 (1889) und Nachtr., S. 124 (1897); Nachtr. III, S. 98; Nachtr. IV, S. 71. — Cannon W. A., The anatomy of *Phoradendron villosum.* Bull. Torr. Bot. Cl., XXVIII., 1901. — Reiche C., Bau und Leben der chilen. Lor. *Phrygilanthus aphyllus,* Flora, 1904, S. 271; Bau u. Leben der hemiparas. *Phrygil.*-Arten, Flora, 97., 1907. — Tomann G., Vergleich. Unters. üb. d. Beschaffenh. d. Fruchtschleimes von *Viscum* etc. Sitzungsb. d. Wiener Ak., 1906. — Tieghem Ph. v., Sur les Inovulées. Ann. sc. nat., 9. sér., Bot., VI., 1907. — Engler A. u. Krause K., Lebensw. v. *Visc. min.* Ber. d. d. bot. Ges., Bd. XXVIa, 1908. — Körnicke M., Biol. Stud. an Lor. Ann. jard. bot. Buitenz., 2. sér., 1910. — Arens F., *Loranth. sphaeroc.* auf *Dracaena.* Bonn 1911. — York H., The orig. and developm. of the embryosac and embr. of *Dendrophthora.* Bot. Gaz.. LVI., 1913. — Heinricher E., Üb. Bau u. Biol. d. Blüten v. *Arceuthobium Oxyc.*, Sitzb. Akad. d. Wiss. Wien, m.-n. Kl., Bd. 124, 1915; Die Keimg. u. Entw. v. *Arc. O.*, a. a. O., Bd. 124, 1915; Das Absorptionssyst. v. *Arc. O.*, Ber. d. deutsch. bot. Ges., XXXIX., 1921; ferner mehrere Arb. in Ber. d. d. bot. Ges. u. Naturw. Zeitschr. f. Land- u. Forstw. — Trelease W., The genus *Phoradendron.* Urbana 1916. — Weir J. R., Esper. inout. on the gen. *Razoumofskya.* Bot. Gaz., LXVI., 1918. — Schürhoff P. N., Die Befr. v. *Visc. alb.* Ber. d. deutsch. bot. Ges., XL., 1922. — Pirek A., Chromosomenverh. etc. d. Mistel. A. a. O., 1922.

117) Ich habe mich in bezug auf die Nomenklatur der Angiospermenfamilien mit Ausnahme weniger Fälle, in welchen nach den gültigen Nomenklaturregeln unbedingt Änderungen eintreten mußten, an Engler u. Prantl, Natürl. Pflanzenfamilien, gehalten; in solchen Fällen, in denen bei strenger Einhaltung des Prioritätsgrundsatzes eine Namensänderung nötig wäre, habe ich die älteren Namen in Klammern beigesetzt.

„Rindensaugstränge", von welchen „Senker" in das Holz getrieben werden (Fig. 5), oder es gehen vom Stamme Haftwurzeln aus, welche bei Berührung mit der Nährpflanze Haftscheiben und an diesen in das Innere eindringende Senker bilden, oder endlich der windende oder kriechende Stamm treibt an den Berührungsstellen mit oder ohne Haftscheiben Senker in das Innere des Wirtes (Fig. 3). Blüten mit 4- bis 6blättrigem, kelchartigem oder korollinischem, mitunter zygomorphem Perianth, mit 4—6 den Perianthblättern superponierten und mit ihnen ± verbundenen Staubgefäßen. Blüten eingeschlechtig oder zwitterig, letzteres insbesondere bei korollinischer Beschaffenheit des Perianths. Pollensäcke mitunter durch sterile Gewebe ge-

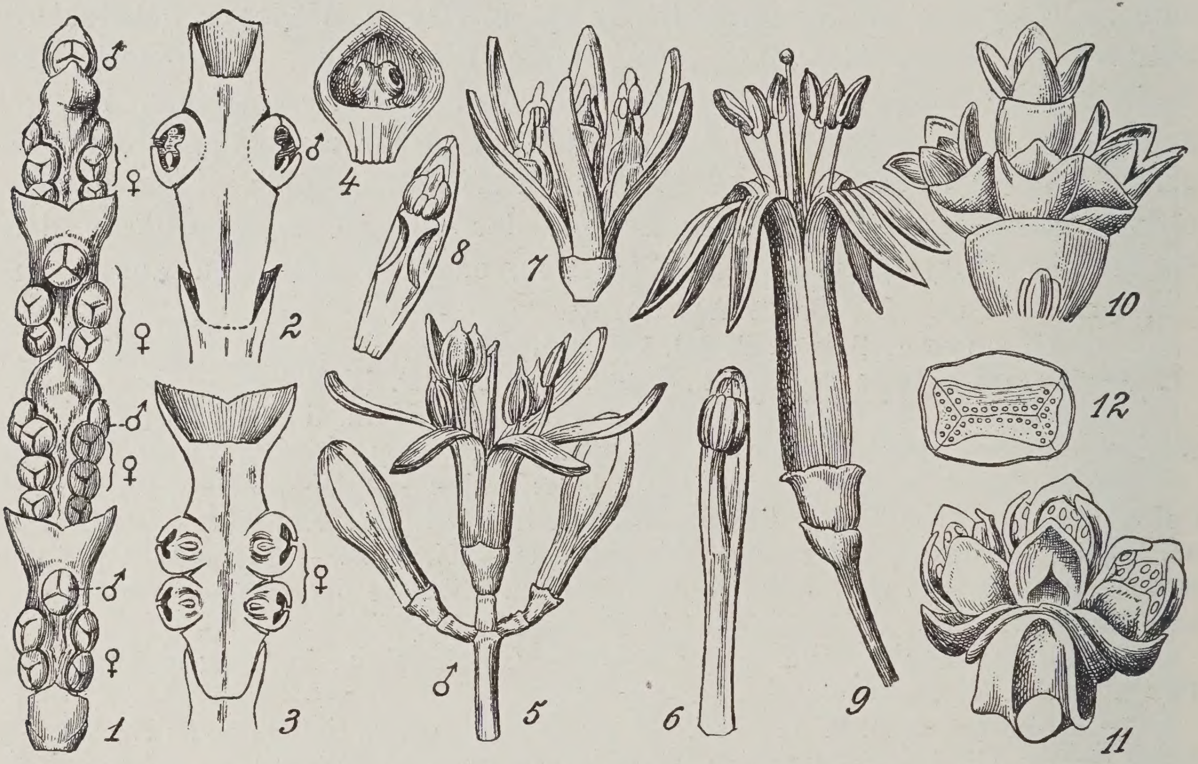


Abb. 389. *Loranthaceae.* — Fig. 1—4. *Phoradendron undulatum.* Fig. 1—3. Infloresz. und Längsschn. durch Teile ders., Fig. 4 Perianthblatt mit Staubblatt. — Fig. 5 u. 6 *Struthanthus rhynchophyllus*, Blüten und Staubblatt. — Fig. 7 u. 8. *Phthirusa theleneura*, Blüten und Staubblatt. — Fig. 9. *Psittacanthus dichrous.* — Fig. 10—12. *Viscum album.* Fig. 10 ♀ Infloresz., Fig. 11 ♂ Infloresz., Fig. 12 ♂ Blütenknospe im Querschn. — Alle Fig. vergr. — Fig. 1—9 nach Eichler, 10—12 nach Thomé.

fächert. Fruchtknoten einfächerig, unterständig, ohne deutliche Abgrenzung der Plazenta und der Samenanlagen; im zentralen Gewebe liegen 1—3 Embryosäcke, welche ebensovielen Samenanlagen entsprechen. Frucht steinfruchtartig; der zentrale, den Embryo oder die Embryonen enthaltende Teil ist zumeist von einer schleimigen Hülle (Viscinschicht) umgeben, welche der Innenschicht der Blütenachse entspricht. Embryo mit 2, manchmal 3—6 Kotyledonen.

Bestäubung durch Tiere (Insekten oder bei tropischen Formen auch Vögel) oder Wind. Zwischen Bestäubung und Befruchtung liegt oft ein auffallend langer Zeitraum. Die Embryosäcke verlängern sich oft sehr bedeutund und wachsen den Pollenschläuchen entgegen. Verbreitung der Früchte durch Vögel.

In den Tropen weit verbreitet und formenreich; nur wenige Formen extratropisch.

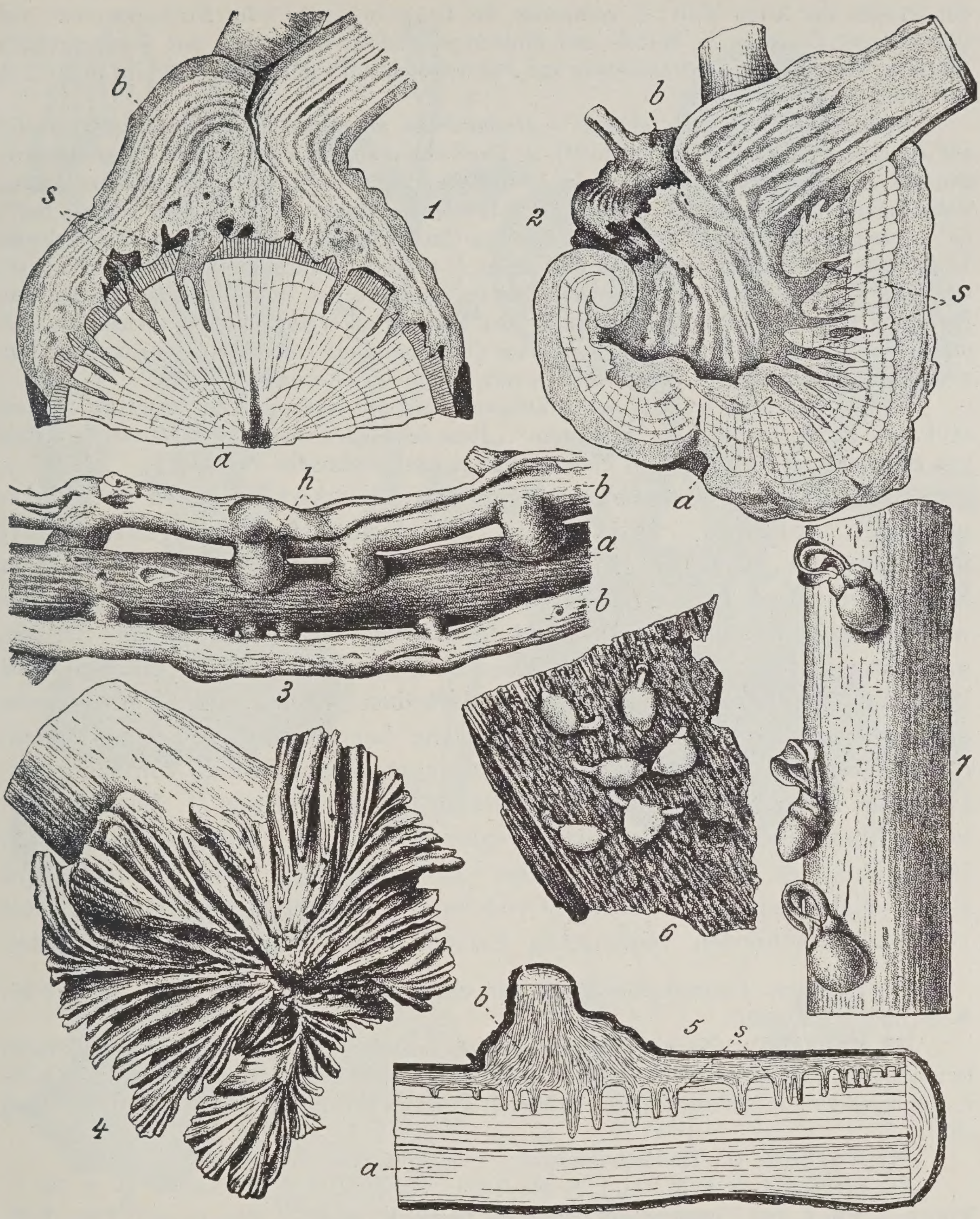


Abb. 390. *Loranthaceae.* — Keimung und Haustorienbildung. — Fig. 1. *Loranthus Sternbergianus.* — Fig. 2. *L. europaeus.* — Fig. 3. Zweig einer südarabischen Loranthacee mit Haftscheiben (*h*). — Fig. 4. „Holzrose" aus Mexiko. — Fig. 5. *Viscum album.* — Fig. 6. Keimung von *Viscum album*, Fig. 7 von *Struthanthus* sp. — In Fig. 1, 2, 3 u. 5. bedeutet *a* den Holzkörper der Nährpflanze, *b* die Stammbasis, *s* die Senker der Loranthacee. — Fig. 1—4 etw. verkl., 5—7 nat. Gr. — Fig. 1 u. 2 nach Solms-Laubach, 5 nach Kerner, 3, 4, 6, 7 Original.

A. **Loranthoideae.** Unterhalb des Perianthiums ein „Calyculus", bestehend aus 2 Vorblättern oder aus einer Achsenwucherung. — *Loranthus* mit zahlreichen Arten[118]) in

[118]) Von Van Tieghem in neuerer Zeit auf zahlreiche Gattungen verteilt.

den Tropen der Alten Welt; *L. europaeus*, die Riemenblume oder Eichenmistel, auf *Quercus* und *Castanea* in Mittel- und Südeuropa und in Kleinasien, mit sommergrünen Blättern, entomogam. — *Struthanthus* und *Psittacanthus* mit zahlreichen Arten im tropischen und subtropischen Amerika.

B. Viscoideae. Calyculus fehlend. — *Arceuthobium*, alle Arten auf Koniferen; *A. Oxycedri* auf *Juniperus* im Mediterrangebiete[119]), *A. Engelmanni* auf *Pseudotsuga* und *Picea* in Nordamerika, *A. minutissimum* auf *Pinus* im Himalaya, winzig. — *Viscum* mit zahlreichen Arten, wahrscheinlich anemogam. *V. album*, die Mistel, Leimmistel (Abb. 388), „mistle toe", mit wintergrünen Blättern, lebt — in mehrere Unterarten gegliedert — auf verschiedenen Laub- und Nadelhölzern in Europa und Asien, je nach der Nährpflanze variierend[120]). Verwendung der Scheinfrüchte, in neuerer Zeit insbesondere der Rinde und der Blätter, zur Bereitung von Vogelleim. Die Benützung der Pflanze bei Weihnachtsgebräuchen hat sich immer mehr eingebürgert. — *V. minimum* (Kapland) auf sukkulenten Euphorbien nur wenige Millimeter lang. — *Phoradendron* mit zahlreichen Arten in Amerika.

Holzwucherungen, welche von Loranthaceen auf den Nährpflanzen verursacht werden (Abb. 390, Fig. 4), kommen als „Holzrosen", „Rose de Madera" usw. in den Handel. — Arten von *Struthanthus*, *Phoradendron*, *Phtirusa* haben kautschukreiche Früchte[121]).

8. Familie: ***Balanophoraceae***[122]). (Abb. 391.) Auf Wurzeln von Holzpflanzen lebende, vollständig chlorophyllfreie Parasiten mit bedeutender Vereinfachung aller vegetativen Organe. Rhizom knollenförmig mit ebensolchen Verzweigungen (Abb. 391, Fig. 1 und 8) oder mit walzenförmigen Ästen (Fig. 4), direkt der Nährwurzel aufsitzend, ohne Senker, mit rückgebildeten Blättern oder ganz blattlos. Am Ende der Knollen und ihrer Verästelungen oder im Innern derselben werden die Infloreszenzen angelegt, welche über die Bodenoberfläche hervortreten. Sie sind kolben- oder kugelförmig, verzweigt oder einfach, zumeist am Grunde von schuppenförmigen Niederblättern umgeben. Blüten eingeschlechtig, 1- bis 2häusig. Perianthium einfach, 3- bis 8blättrig oder rückgebildet. Staubgefäße vor den Perianthblättern stehend, in gleicher Zahl wie diese oder weniger, mit 1- bis vielfächerigen Antheren. Gynöceum 1- bis 3blättrig, 1fächerig, mit 1—3 integumentlosen reduzierten Samenanlagen, ohne oder mit mittel-

---

[119]) Über das Ausschleudern der Samen vgl. Heinricher E. im Sitzb. Akad. Wiss. Wien, m.-n. Kl., 1915.

[120]) Tubeuf C. v. (Naturw. Zeitschr. f. Land- u. Forstw., 1906, 8. Heft und 1907, 7. Heft) unterscheidet die Laubholz-, die Tannen- und die Föhrenmistel (var. *platyspermum*, *Abietis* u. *microphyllum*). Ausführliches über die Mistel: Tubeuf K., Monographie d. Mistel, München 1923.

[121]) Warburg O., Kautschukmisteln. Tropenpflanzer, IX., 1905.

[122]) Engler A. in E. P., III. 1, S. 243, 1889; Nachtr. III, S. 99; Nachtr. IV, S. 76. — Tieghem Ph. v., Sur l'organisation florale des Balanoph. et sur la place de cette fam., Bull. soc. bot. Fr., XLIII., S. 205; vgl. auch die auf S. 511 zitierte Abhandl. — Treub M., L'organe fem. et l'apog. d. *Balanophora elong.* Ann. Jard. bot. Buitenz., XV., 1898. — Lotsy J. P., *Balanophora globosa*, eine wenigstens örtlich verwitw. Pfl., Ann. Jard. bot. Buitenz., XVI., 1899; *Rhopalocnemis phalloides*, A morphol.-system. study, l. c., XVII., 1901. — Heinricher E., Beitr. z. Kenntn. d. Gttg. *Balan.*, Sitzungsber. d. Wiener Akad., CXVI., 1907; Van Tieghems Anschauung üb. d. Bau der *B.*-Knolle, a. a. O., CXVII., 1908. — Strigl M., Der anat. Bau der Knollenrinde von *B.*, Sitzungsber. d. Wiener Akad., CXVI., 1907; Der Thallus von *B.* usw., a. a. O., CXVII., 1908. — Schlechter R., Eine neue *Balanaphora.* Bot. Jahrb., L., 1913. — Ernst A., Embryobild. bei *Balan.* Flora, CVI., 1913. — Hayata B., Icon. pl. formos., III., p. 168, 1913. — Umika O., Entw. u. cytol. Unters. *Helosis guyan.* Arb. Inst. f. allg. Bot., Zürich 1920.

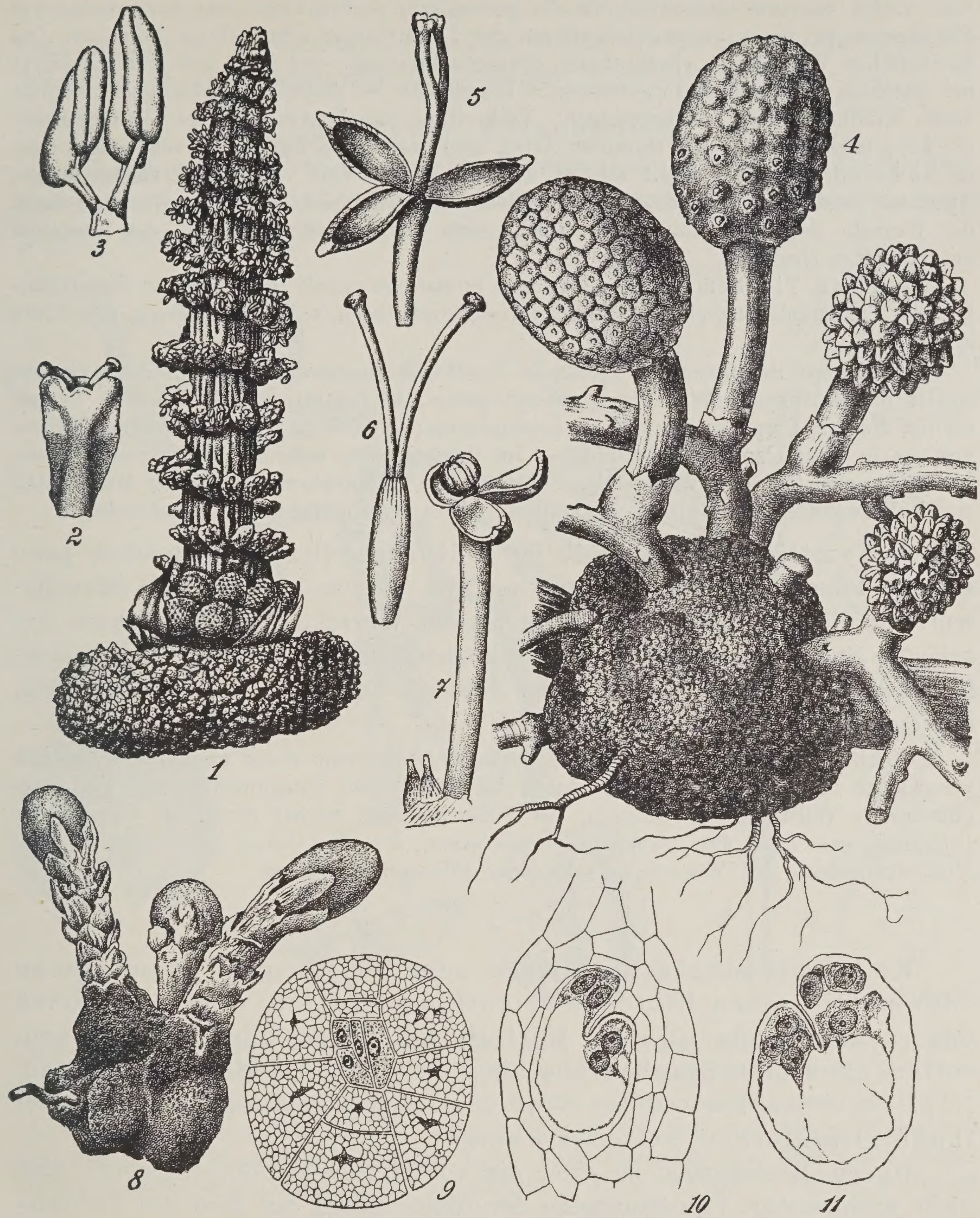


Abb. 391. *Balanophoraceae.* — Fig. 1—3. *Lophophytum Leandri;* Fig. 1 ganze Pflanze; Fig. 2 ♀, Fig. 3 ♂ Bl. — Fig. 4—6. *Helosis brasiliensis*; Fig. 4 ganze Pflanze; Fig. 5 ♂, Fig. 6 ♀ Bl. — Fig. 7. ♂ Bl. von *Langsdorffia hypogaea.* — Fig. 8 u. 9. *Balanophora globosa*; Fig. 8 ganze Pflanze; Fig. 9 Endosperm mit Embryo. — Fig. 10 u. 11. *B. elongata*, Embryosack in zwei Entw.-Stadien. — Fig. 1 verkl., Fig. 4 u. 8 nat. Gr., Fig. 2, 3, 5, 6, 7 schwach, 9, 10 u. 11 stark vergr. — Fig. 1—3 Original, 4—7 nach Eichler, 8 u. 9 nach Lotsy, 10 u. 11 nach Treub.

ständiger Plazenta. Samen mit ungegliedertem, in Nährgewebe eingebettetem Embryo (Fig. 9).

Durch extreme Anpassung an die parasitische Lebensweise sehr bemerkenswerte Pflanzengruppe, deren Verwandtschaft mit den Loranthaceen sehr wahrscheinlich ist. Die ökologischen Verhältnisse (Bestäubung, Samenverbreitung) sind noch sehr wenig geklärt; bei einzelnen Arten wurde Insektenbesuch konstatiert, bei anderen (*Lophophytum*) scheint auch Windbestäubung vorzukommen; Verbreitung durch Ameisen bei *Mystropetalon* (S. Afr.) nachgewiesen; bei einzelnen Arten sind männliche Exemplare sehr selten oder es fehlen solche ganz; damit scheint die von Treub und von Lotsy nachgewiesene Apogamie zusammenzuhängen. In die Knollen der Balanophoraceen treten Auszweigungen der Wurzeln der Nährpflanze ein, welche eine innige Verbindung mit den Geweben des Parasiten eingehen.

Von Van Tieghem wurde die Familie in mehrere geteilt (bes. nach der Beschaffenheit der Samenanlagen), ebenso wurden einzelne Gattungen, z. B. *Balanophora* in mehrere geteilt.

Durchwegs Bewohner der Tropen u. Subtropen (Regenwald). Im indomalayischen Gebiet die Gattungen *Balanophora*, *Rhopalocnemis*; in Zentral- und Südamerika *Langsdorffia*, *Helosis*, *Corynaea*, *Scybalium*, *Lophophytum*; in Südafrika *Sarcophyte* und *Mystropetalon*; in Neuseeland *Dactylanthus*. — Im Grundgewebe mehrerer Gattungen (*Balanophora*, *Langsdorffia*) eine wachsartige Substanz, das Balanophorin, in solcher Menge, daß sie die Verwendung der Rhizomstücke als Kerzen in der Heimat der Pflanzen bedingt.

9. Familie: **Cynomoriaceae**[123]). Chlorophyllfreie, rotbraune, parasitische Pflanze mit Rhizom und mit von diesem ausgehenden Adventivwurzeln, die sich mit Haustorien an die Wurzeln der Nährpflanzen ansetzen. Sproß unverzweigt, mit schuppenförmigen Blättern und keulenförmiger, reichblütiger Infloreszenz. Blüten eingeschlechtig oder zwitterig, mit einfachem Perianth. Staubgefäß 1.

Habituell an die *Balanophoraceae* erinnernd, aber von diesen zweifellos wesentlich verschieden durch den Rhizombau, durch den Besitz eines Integumentes usw. Das Integument ist vollständig geschlossen, der Pollenschlauch wächst durch das Gewebe des Integumentes. Eine Art, *Cynomorium coccineum*, der „Maltheserschwamm", im Mediterrangebiete auf Wurzeln verschiedener Pflanzen parasitisch.

Reihe mit eingeschlechtigen oder zwitterigen, anemogamen oder zoidiogamen Blüten. Perianthium einfach, dabei azyklisch oder zyklisch oder in zwei Wirteln, kelchartig oder korollinisch, seltener fehlend. Staubgefäße über den Perianthblättern stehend, in gleicher Zahl wie diese oder vermehrt und dann zum Teil mit ihnen alternierend, seltener weniger.

Direkte Beziehungen zu einer der vorhergehenden Reihengruppen sind nicht nachweisbar. Der Grundplan der Blüte stimmt mit dem der *Urticales* einerseits, mit dem der ersten Familien der *Centrospermae* anderseits im wesentlichen überein, bemerkenswert ist die innerhalb der Gruppe hervor-

---

[123]) Engler A. u. E. P., III. 1, S. 250, 1889; Nachtr., S. 149 u. 268; Nachtr. III, S. 253. — Pirotta R. e Longo B., Osservaz. e ricerch sulle *Cynomor.*, Ann. d. Ist. Bot. Roma, X., 1900; Sullo sviluppo del seme del *C.*, Ann. Bot., I., 1903. — Juel H. C., Zur Entwicklungsgesch. d. Sam. v. *Cynom.*, Beih. z. bot. Zentralbl., Bd. XIII, 1902; *Cyn.* u. *Hippuris*, Sv. bot. Tidskr., 1910; Stud. üb. d. Entw. v. *Hippuris*, N. Act. reg. soc. Upsal., Ser. IV, Vol. 2, 1911. — Baccarini P., Sul cinesi veget. d. *C.*, N. Giorn. bot. Ital., XV., 1908.

tretende Tendenz zur Vermehrung der Staubblätter, sowie der Stellungsveränderung der Perianthblätter, welche schließlich zu einer Differenzierung derselben in zwei Perianthkreise (gleichen Ursprunges!) führt.

14. Reihe. *Polygonales.*

Charaktergruppe wie vorstehend angegeben. Perianth stets vorhanden. Gynöceum oberständig, einfächerig, mit einer zentralen, meist geraden Samenanlage. Blätter mit Ochrea.

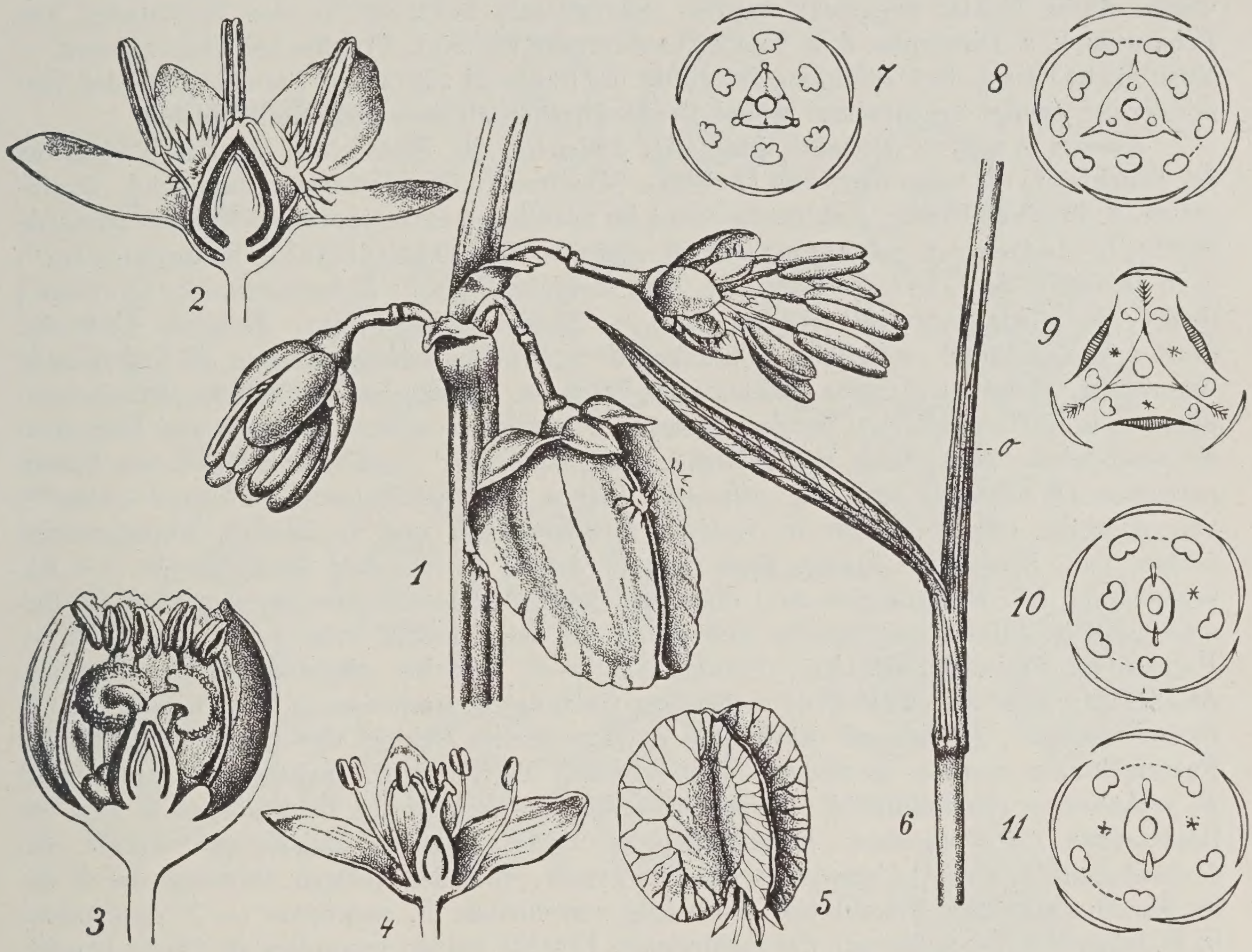


Abb. 392. *Polygonaceae.* — Fig. 1. Teil einer Inflor. von *Rumex scutatus.* — Fig. 2. Blüte von *R. Acetosa*, durchschn. — Fig. 3. Bl. v. *Rheum officinale*, durchschn. — Fig. 4. Bl. von *Fagopyrum sagittatum*, durchschn. — Fig. 5. Frucht v. *Rumex scutatus*, von den Blättern des inneren Perianthwirtels bedeckt. — Fig. 6. Stengel und Blatt von *Polygonum confusum* mit Ochrea *o.* — Fig. 7—11. Diagramme, u. zw. 7 von *Pterostegia*, 8 v. *Rheum*, 9 v. *Rumex*, 10 v. *Polygonum lapathifolium*, 11 v. *P. amphibium.* — Fig. 1—6 vergr. — Fig. 1 u. 5 Original, 2—4 nach Baillon, 7—11 nach Eichler.

Einzige Familie: **Polygonaceae**[124]) (= *Persicariaceae* 1763). (Abb. 392.) Perianthblätter 3—6, meist kelchartig. Staubgefäße so viele wie Perianth-

[124]) Dammer U. in E. P., III. 1*a*, S. 1, 1891; Nachtr. III, S. 101; Nachtr. IV, S. 80. — Perdrigeat C. A., Anatomie comp. d. Polygonées et ses rapp. avec la morphol. etc. Act. Soc. Linn. Bord., LV., 1900. — Murbeck S., Üb. einig. amphikarpe n.-w.-afrik. Pflanzen, Kungl. Vetensk. Akad. Förh., 1901; Die *Vesicarius*-Gruppe d. Gttg. *Rumex*, Lunds Univ. Årsskr., 1907. — Roth Fr., Die Fortpfl.-Verh. bei *Rumex.* Verh. nat. Ver. preuß. Rheinl., LXIII., 1907. — Salisbury E. J., The extraflor. nect. etc. Ann. of Bot.,

blätter oder mehr. Fruchtknoten aus 2—4 (meist 3) Fruchtknotenblättern gebildet, mit ebensovielen Griffeln, aber einfächerig. Frucht eine Nuß mit reichlichem Nährgewebe. — Vorherrschend krautige Pflanzen mit viel- und kleinblütigen Infloreszenzen. Die Laubblätter der meisten *Polygonaceae* tragen am Grunde des Blattstieles ein röhrenförmiges Stipulargebilde (Ochrea).

Bestäubung teils durch Vermittlung des Windes (diese Formen besitzen unscheinbare Perianthien und häufig lange zarte Blütenstiele und große Narben), teils durch Insekten, welche durch Nektar angelockt werden. Extraflorale Nektarien an den Blattstielen von *Polygonum* u. a. Dimorphe, d. h. zum Teil subterrane Blüten u. Früchte bei *Emex spinosa.* — Nach Bauer liegt dem Blauplan der Blüte die Fünfzahl zugrunde; Vermehrung oder Verminderung erfolgt sektorweise, wobei Ernährungsverhältnisse eine Rolle spielen.

Rumex. Ampfer. Perianth 6blättrig, 2wirtelig, die Blätter des inneren Wirtels bei der Fruchtreife oft vergrößert und als Flug-, Schwimm- oder Klettorgan fungierend. Staubgefäße 6. Frucht 3kantig. Zahlreiche Arten im nördlichen extratropischen Gebiet. Bastarde häufig. *R. Acetosa,* der Sauerampfer, *R. scutatus,* der „französische Sauerampfer", u. *R. Patientia,* der Garten-Ampfer, sind Gemüsepflanzen; *R. hymenosepalus* (Nordam.) liefert die „Canaigrewurzel" (Gerbwurzel). — *Rheum,* Rhabarber. Perianth 6blättrig, nach dem Verblühen verwelkend. Staubgefäße 9, Frucht 3kantig. Kanten oft flügelförmig verbreitert. Meist ansehnliche großblättrige Pflanzen, weshalb sie vielfach als Ornamentalpflanzen in Gärten kultiviert werden. Mehrere Arten liefern in ihren Wurzeln und Rhizomen die medizinisch verwendete „Radix Rhei", den „Rhabarber", und zwar insbesondere *Rheum palmatum* (Westchina) und *Rh. officinale* (Tibet und benachbarte Teile von China[125]) von ersterem sind 2 Rassen in Kultur: f. *Przewalskii* und f. *Tavelii.* Minderwertige Sorten von Rhabarber liefern auch andere Arten, z. B. *Rh. Rhabarbarum* (= *Rh. undulatum*), *Rh. Rhaponticum* etc.; dieselben, bes. *Rh. Rhabarbarum,* werden auch als Gemüsepflanzen (Blattstiele) gezogen und liefern in den Wurzeln einen gelben Farbstoff. — *Polygonum.* Perianth 5blättrig. Staubgefäße 5—8. Früchte abgerundet oder 3kantig. Artenreiche, über die ganze Erde verbreitete Gattung. *P. tinctorium* (China) liefert „chinesischen Indigo", *P. Bistorta* (nördliches extratropisches Gebiet) war früher offizinell. Als Futterpflanzen werden in neuerer Zeit vielfach kultiviert *P. cuspidatum* (Japan) und *P. sachalinense* (Sachalin). *P. viviparum* (alpin, arktisch) treibt Brutknospen in den Infloreszenzen; *P. aviculare,* kosmopolitische Ruderalpflanze; kleistogame Blüten bei *P. arifolium* u. a. — *Fagopyrum,* Buchweizen, von der vorigen Gattung durch die im Samen gefalteten Keimblätter nur wenig verschieden. *F. sagittatum* (= *F. esculentum*) u. *F. tataricum* (Zentralasien), der mehlreichen Früchte halber, besonders als zweite Frucht, gebaut. — *Muehlenbeckia,* Holzpflanzen. *M. platyclada* (Salomonsinseln) mit Flachsprossen, häufig in Gewächshäusern kultiviert. Parthenokarpie. — *Coccoloba,* Holzpflanzen, zahlreiche Arten im tropischen und subtropischen Amerika. Perianth verwachsenblättrig, zur Fruchtzeit fleischig. — *Triplaris* (Südamerika) myrmekophil.

Reihengruppe, welche den Übergang von den Monochlamydeen zu den Dialypetaleen vermittelt; bei den einfachsten Formen

---

XXIII., 1909. — Tischler G., Üb. d. Entw. d. Samen in parthenok. Fr. Jahrb. f. wiss. Bot., 52., 1913. — Dudgeon W., Morphol. of *Rumex cr.* Bot. Gaz., LXVI., 1918. — Souèges R., Embryog. d. Polyg. C. R. Acad. Sc. Paris, CLXVIII., 1919. — Bauer R., Entwickl.Unters. an Polyg.-Bl. Flora, 115. Bd., 1922. — Dahlgren O. in K. Sv. Vetensk. Handl., Bd. 56, 1916.

[125]) Vgl. Tschirch A., Stud. üb. d. Rhabarber u. seine Stammpfl., Pharm. Post, XXXVII., 1904. — Hosseus C. C., Die Stammpfl. d. off. Rhabarb. Öst. bot. Zeitschr., LXI. u. LXII., 1911—1912. — Ross H., Die Gewinnung v. Medizinalrhab. in Deutschl., Heil- u. Gew.-Pfl., IV. Jahrg., 1921.

überall noch einfaches Perianthium oder Fehlen desselben, sowie Eingeschlechtigkeit der Blüten, bei den höherstehenden Formen oft zwitterige Blüten, auch schon doppeltes Perianthium.

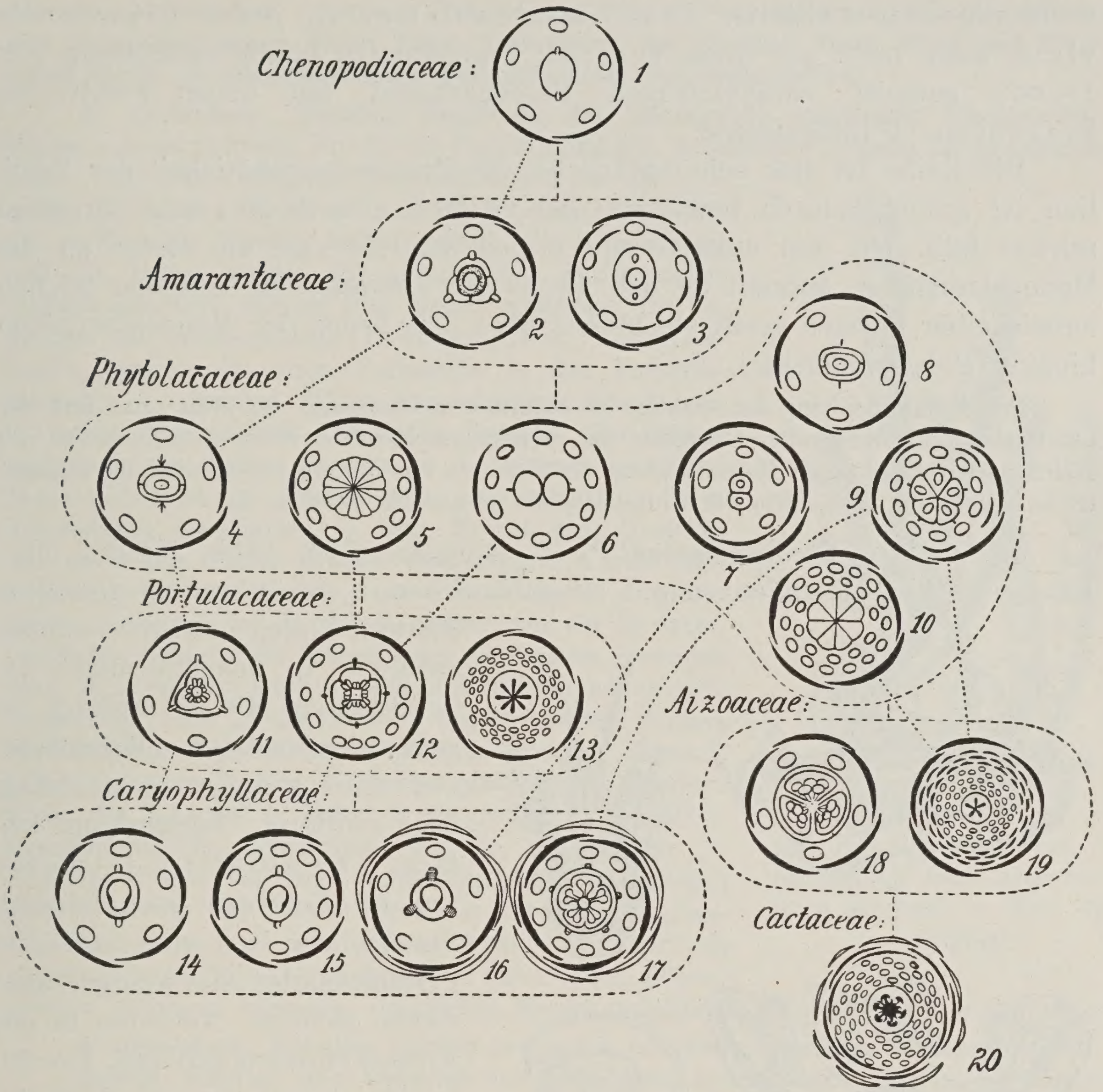


Abb. 393. Schematische Übersicht der Blütendiagramme der *Centrospermae*, zugleich den genetischen Zusammenhang der Familien andeutend. — Fig. 1. *Chenopodium album*. — Fig. 2. *Acnida cannabina*. — Fig. 3. *Gomphrena globosa*. — Fig. 4 u. 8. *Microtea* sp. — Fig. 5. *Phytolacca decandra*. — Fig. 6. *Didymotheca*. — Fig. 7. *Limeum*. — Fig. 9. *Stegnosperma halimifolium*. — Fig. 10. *Phytolacca dioica*. — Fig. 11. *Calandrinia procumbens*. — Fig. 12. *Portulaca oleracea*. — Fig. 13. *P. grandiflora*. — Fig. 14. *Paronychia* sp. — Fig. 15. *Scleranthus annuus*. — Fig. 16. *Corrigiola litoralis*. — Fig. 17. *Viscaria vulgaris*. — Fig. 18. *Sesuvium pentandrum*. — Fig. 19. *Mesembrianthemum violaceum*. — Fig. 20. *Opuntia* sp. — Fig. 1, 2, 3, 11—20 nach Eichler, 4—10 nach Walter.

Die hier angeführten Reihen stehen untereinander in keiner nachweisbaren genetischen Beziehung, sie scheinen analoge Entwicklungsabschnitte darzustellen. Jede der Reihen läßt sich mit ihren einfachsten Formen in eine Beziehung zu einer der früher besprochenen Reihen bringen und an jede der Reihen schließen sich Typen der Dialypetaleen an.

15. Reihe. *Centrospermae.*

Kräuter, seltener Holzpflanzen. Blätter meist ohne Nebenblätter. Blüte mit einfachem oder doppeltem Perianthium, eingeschlechtig oder zwitterig. Fruchtknotenblätter in jeder Blüte 1 bis viele, wenn mehr als eines, vereint; Fruchtknoten häufig einfächerig, mit 1—∞, zumeist campylotropen Samenanlagen auf meist zentralen Plazenten. 2 Integumente.

Die Reihe ist eine sehr natürliche, die Zusammengehörigkeit der Familien ist schon dadurch bewiesen, daß vielfach eine Abgrenzung derselben schwer fällt. Mit den einfachsten Formen schließt sich die Reihe an die Monochlamydeen, speziell an den Typus der *Urticales* an, mit den höchstentwickelten Formen greift sie bereits über den Typus der Monochlamydeen hinaus *(Caryophyllaceae).*

Den Zusammenhang der wichtigsten Familien in bezug auf den Blütenbau und den damit zusammenhängenden Übergang der monochlamydeischen Blüte in eine solche mit Kelch und Korolle durch Herausbildung der letzteren aus Staubblättern stellt die schematische Übersicht (Abb. 393) der Blütendiagramme auf die Vorseite dar.

1. Familie: **Chenopodiaceae**[126]) (= *Blitaceae* 1763). (Abb. 394 und 395.) Kräuter, selten Holzpflanzen mit nebenblattlosen, meist schraubig gestellten Blättern. Blüten meist unscheinbar, grünlich, in knäuelförmigen Infloreszenzen, die oft wieder zu zusammengesetzten Blütenständen vereinigt sind, eingeschlechtig oder zwitterig. Perianthium einfach, 1- bis 5blättrig (letzteres am häufigsten) oder fehlend. Staubgefäße so viele als die Perianthblätter oder weniger, über diesen stehend. Antheren in der Knospe einwärts gebogen. Fruchtknoten oberständig, aus 2 Fruchtknotenblättern bestehend, 1fächerig, mit 2, seltener 3 bis 5 Narben, 1 Samenanlage, stets am Grunde entspringend. Frucht eine Nuß.

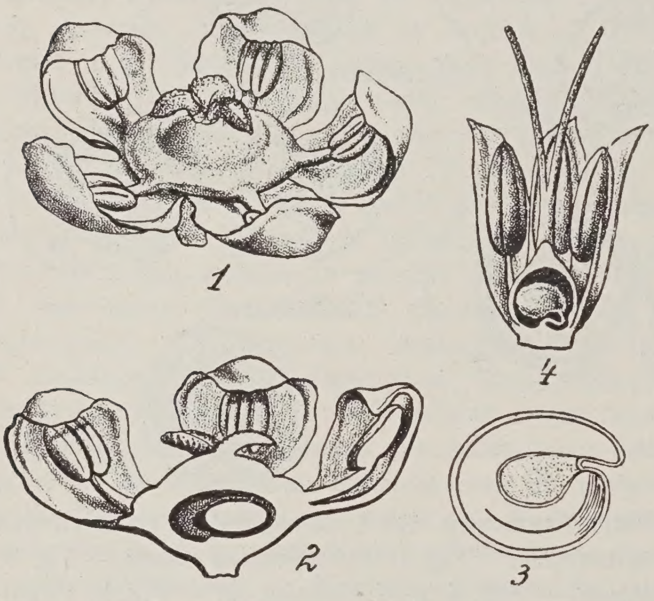


Abb. 394. *Chenopodiaceae.* — Fig. 1—3. *Beta vulgaris.* Fig. 1 Bl., Fig. 2 dieselbe durchschn., Fig. 3 Samen, durchschn. — Fig. 4 Bl. v. *Salsola Soda*, durchschn. — Vergr. — Nach Baillon.

Viele Chenopodiaceen sind Steppen- und Wüstenbewohner mit xerophilen Einrichtungen (Behaarung, Sukkulenz, Reduktion der Blätter usw.), die meisten lieben salzreichen Boden; viele sind Ruderalpflanzen

[126]) Volkens G. in E. P., III. 1*a*, S. 36, 1892; Nachtr. III, S. 102: Nachtr. IV, S. 81. — Murr J., Vers. einer Gliederung der mitteleur. Formen d. *Chen. alb.* Ascherson-Festschr., 1904, S. 216. — Pons E., Prim. contrib. p. una revista crit. delle spec. ital. del gen. *Atriplex.* N. Giorn. Bot. It., 1902, S. 33ff. — Chauveaud G., Persist. d. l. dispos. alterne ou primit. d. l. cot. de la Betterave. Bull. soc. bot. Fr., LIII., 1906. — Solms-Laubach H.

in der Nähe menschlicher Wohnungen. Eine anatomische Eigentümlichkeit besteht in der Anordnung der Gefäßbündel im Stamm, die entweder zerstreut oder in mehreren konzentrischen Ringen stehen; es entsteht diese Anordnung dadurch, daß die Gefäßbündel bald ihr Dickenwachstum einstellen und neue Bündel aus einem peripher auftretenden Folgekambium hervorgehen. (Analoger Bau bei den meisten Centrospermen.) Windbestäubung und Pollenübertragung durch Tiere. Verbreitung der Früchte durch Wind und Tiere, wobei häufig die stehenbleibenden Perianthblätter eine Rolle spielen.

A. **Cyclolobeae.** Keimling ringförmig das Nährgewebe umgebend: *Chenopodium.* Blüten zumeist zwitterig, Frucht von Perianth umhüllt. Artenreiche Gattung der gemäßigten Zone. Viele sehr verbreitete Ruderalpflanzen, so *Ch. Vulvaria, Ch. murale, Ch. album* u. a. *Ch. Quinoa* (Peru) wird der mehlreichen Früchte halber gebaut. *Ch. ambrosioides* und *Ch. Botrys* werden der aromatischen Stoffe halber vielfach kultiviert, ersteres auch mediz. verwendet. *Ch. capitatum* als Gemüsepflanze (Erdbeerspinat, Schminkbeere, wegen des roten Farbstoffes in den Perianthblättern). — *Atriplex.* Blüten eingeschlechtig, Frucht von 2 Hochblättern umhüllt. Dimorphe Früchte. Die Blätter mehrerer Arten liefern Gemüse, so *A. hortense*, Garten-Melde (Eur. As.), *A. Halimus* u. a., eine rotblättrige Form der ersteren Zierpflanze. — *Beta.* Frucht nach Quellung sich mit einem Deckel öffnend. *Beta vulgaris* (Küsten Südeuropas) wird in mehreren Rassen kultiviert, *B. v.* subsp. *Rapa* f. *altissima* ist die Zuckerrübe, aus der in extratropischen Gebieten die Hauptmenge des Zuckers gewonnen wird, *B. v.* subspec. *Rapa* f. *rubra* ist die als Gemüse gebaute „rote Rübe“ oder „Salatrübe“, mehrere andere Formen der Subspezies *Rapa* werden als „Burgunderrübe“, „Runkelrübe“, „Futterrübe“ zu Viehfutter gezogen; *B. v.* subsp. *Cicla*, der Mangold, liefert in den großen, an den Blattsträngen fleischig verdickten Blättern ein Gemüse. — *Spinacia.* Frucht von einer verhärteten, oft oben dornigen Röhre, zu der die beiden Vorblätter verwachsen, eingeschlossen. *Spinacia oleracea* (Heimat wohl Orient) wird als Gemüsepflanze (Spinat) viel gebaut. — *Salicornia* u. *Arthrocnemum*, scheinbar blattlose, sukkulente Meerstrandpflanzen; *S. herbacea* sehr verbreitet.

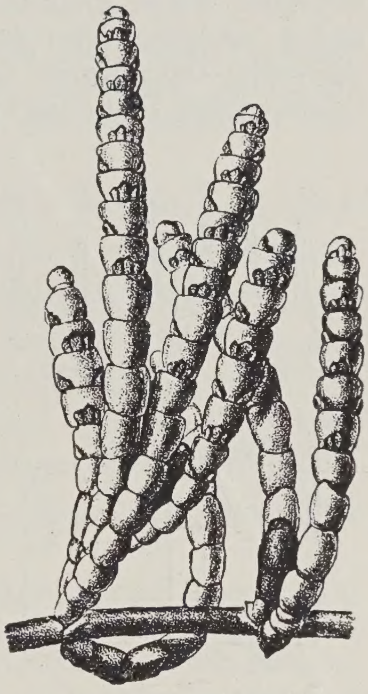


Abb. 395. *Chenopodiaceae.* — Sproßstück von *Arthrocnemum glaucum.* — Nat. Gr. — Original.

B. **Spirolobeae.** Keimling spiralig gewunden, mit wenig oder ohne Nährgewebe.

Suaeda, Kräuter oder Sträucher mit fleischigen, zylindrischen Blättern an Meeresküsten und in Salzsteppen, z. B. *S. maritima.* — *Salsola*, Kräuter und Sträucher mit schmalen, oft schuppenförmigen Blättern, viele Steppenpflanzen. — *Haloxylon Ammodendron*, der Saxaul, kleiner Baum in den Steppen des westlichen Zentralasien. — Viele Arten wurden zur Sodabereitung verwendet (heute von geringer Bedeutung).

2. Familie: **Amarantaceae**[127]). (Abb. 396.) Der vorigen Familie im Blütenbaue sehr ähnlich. Staubgefäße häufig am Grunde zu einer Röhre

Graf, Üb. d. in der Oase Biskra usw. wachs. spirol. Chenop. I., Bot.Zeitg., 1901; II., Zeitschr. f. Bot., 1909. — Cohn F. M., Beitr. z. Kenntn. d. *Ch.* Flora, CVI., 1913. — Baumgärtel O., Die Anat. v. *Arthrocn.* Sitzber. Akad. Wiss. Wien, m.-n. Kl., 126. Bd., 1917. — Romell L. G., Notes on the embryolog. of *Salsola.* Sv. bot. Tidskr., 1919. — Souèges R., Devel. d. l'embr. chez *Chenop.*, Bull. soc. bot. Fr., 1920. — Hall H. M. and Clements F. E., The north amer. spec. of *Atriplex* etc. Public. Carneg. Inst., 1923.

[127]) Schinz H. in E. P., III. 1*a*, S. 91, 1893; Beitr. z. Kenntn. d. Amarantaceen, Bull. Herb. Boiss., 2. sér., III., 1903, S. 1. — Loproire G., Üb. die geogr. Verbr. d. Amar. in Beziehung zu ihren Verwandtschaftsverh., Bot. Jahrb., XXX., S. 1, 1901; Gli staminodi

verbunden, von der zwischen den Staubgefäßen stehende petaloide Zipfel ausgehen. Fruchtknoten manchmal vielsamig. Blüten meist in Dichasien stehend, deren Seitenblüten nicht selten steril und in (als Verbreitungsmittel fungierende) Hakenbündel oder Haarbündel umgewandelt sind. Perianthblätter oft, ebenso wie die den Blüten nahestehenden Hochblätter, trockenhäutig und nicht grün gefärbt. Frucht eine Nuß, selten eine Beere.

Bestäubung wenig untersucht, Windbestäubung gewiß nicht häufig.

Kräuter, Sträucher, seltener Bäume, hauptsächlich in den subtropischen Gebieten verbreitet. Einige Arten in Europa sehr häufig, z. B. *Amarantus viridis* (= *A. adscendens*) und *A. retroflexus*, aber doch wahrscheinlich nicht ursprünglich wild. Die Blätter vieler *Amarantus*-Arten liefern Gemüse. In extratropischen Gärten werden häufig kultiviert: *Celosia cristata*, Hahnenkamm, eine Rasse von *C. argentea* (Tropen) mit fasziiertem Blüten-

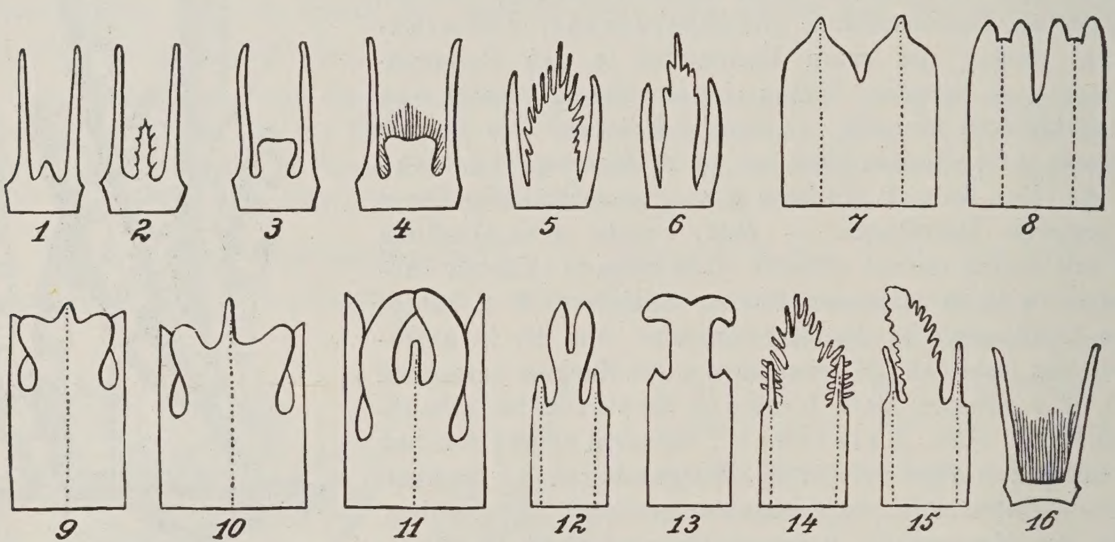


Abb. 396. Petaloide Bildungen im Staminalkreis der *Amarantaceae*. — Fig. 1 *Cyphocarpa Wilmsii*; Fig. 2 *Dicraurus leptocladus*; Fig. 3 *Achyranthes angustifolia*; Fig. 4 *Sericocomopsis Welwitschii*; Fig. 5 *Centrostachys aquatica*; Fig. 6 *Telanthera gracilis*; Fig. 7 *Celosia spathulifolia*; Fig. 8 *C. argenteiformis*; Fig. 9 *Gomphrena Regeliana*; Fig. 10 *G. scapigera*; Fig. 11 *G. eriocalyx*; Fig. 12 *Hermbstaedtia caffra*; Fig. 13 *Gomphrena grisea*; Fig. 14 *Alternanthera Regelii*; Fig. 15 *A. minutiflora*; Fig. 16 *Trichinium distans*. — Alle Fig. vergr. — Nach Lopriore.

stand, ferner *Alternanthera amabilis* mit buntblättrigen Spielarten, *Amarantus caudatus*, Fuchsschwanz. — *Gomphrena*, artenreiche Gattung (Amerika, Australien.)

5. Familie: **Phytolaccaceae**[128]). Kräuter oder Holzpflanzen mit unscheinbaren Blüten in zymösen oder traubenförmigen Infloreszenzen. Blüten zwitterig, seltener eingeschlechtig, mit einfachem, nur bei einzelnen Formen doppeltem Perianth, 4- bis 5zählig. Andrözeum ungemein vielgestaltig. Staubgefäße in gleicher Zahl wie Perianthblätter und diesen superponiert oder

delle Amar. del punto di vista morfol., biol. e sist., Ascherson- Festschr., 1904; Sulla biolog. d. *Amar.*, Contrib. Biol. veg., III., 1905. — Pilger R. in E. P., Nachtr. III, S. 103, 1908. — Gravis A. u. Constantinesco A., Contrib. à l'anat. des Amar. Arch. Inst. bot. Liège, IV., 1907. — Gravis A., Contrib. à l'anat. d. Amar. Mem. soc. sc. Liège, 1909.

[128]) Heimerl A. in E. P., III. 1*b*, S. 1, 1889; Nachtr. IV, S. 82. — Walter H., Die Diagramme der Phytolaccaceen, Inaug.-Diss., Erlangen 1906; *Phytolaccaceae* in Engler A., Das Pflanzenreich, IV., 83, 1909.

mit ihnen alternierend, oder vermehrt (Abb. 393, Fig. 4—10). Fruchtknotenblätter 1 bis viele, frei oder vereinigt, je ein Fach mit 1 Samenanlage bildend. Frucht eine Beere oder eine fachspaltige Kapsel.

In phylogenetischer Hinsicht wichtige Familie, da sie im Blütenbau den Übergang von den einfacheren zu allen übrigen Familien der Reihe vermittelt (vgl. Abb. 393).

Phytolacca decandra (Nordamerika) wird häufig als Zierpflanze und der saftigen Beeren (Kermesbeeren) halber kultiviert, welche einen dunkelroten, vielfach zum Färben von Weinen, Zuckerwerk usw. verwendeten Farbstoff enthalten. — *Petiveria alliacea* wird in der Heimat (Zentral- und Südamerika) medizinisch verwendet.

In den Verwandtschaftskreis der hier besprochenen Familien wird zumeist die kleine Familie der **Thelygonaceae**[129]) (*Thelygonum* mit 3 Arten; *Th. Cynocrambe* mediteran) gestellt. Hallier und insbesondere H. Schneider haben die Verwandschaft dermit den *Halorrhagidaceae* sehr wahrscheinlich gemacht.

6. Familie: **Nyctaginaceae**[130]) (= *Jalapaceae* 1763). Holzpflanzen oder Kräuter. Blüten am Grunde von einer kelchartigen, manchmal lebhaft gefärbten Hochblatthülle umgeben. Perianth einfach, korollinisch oder unscheinbar, meist 5blättrig; basaler Teil nach dem Verblühen erhalten bleibend und die Frucht umhüllend. Staubgefäße so viele wie Perianthblätter oder in der Zahl reduziert oder vermehrt. Ein 1fächeriger Fruchtknoten mit 1 grundständigen Samenanlage. Schließfrucht.

Bestäubung durch Insekten (duftende, auffällige Blüten). Kleistogame Blüten bei mehreren Arten. *Okenia hypogaea* ist geokarp.

Mirabilis Jalapa und *M. longiflora* (Mexiko) sehr verbreitete krautige Zierpflanzen, „Wunderblume". Erstere wurde viel für Studien über Vererbungserscheinungen verwendet; vgl. Correns C. in Ber. d. deutsch. bot. Ges., XX., XXIII., XXVIII; Zeitschr. f. ind. Abst., I., 1909, X., 1913; Jahrb. f. wiss. Bot., LVI., 1915. — *Bougainvillea spectabilis* (Brasilien), Holzpflanze; wegen der schönen Blütenstände, deren rosenrot, lila oder weiß gefärbter Teil die Hochblätter sind, in wärmeren Gebieten (sonst in Glashäusern) viel gezogen. Die Hochblätter persistieren und bilden Flugorgane der Früchte.

7. Familie: **Aizoaceae**[131]) (= *Ficoidaceae* 1789). (Abb. 397—399.) Kräuter oder Halbsträucher. Blätter häufig sukkulent oder reduziert. Blüten zwitterig mit einfachem, 4- bis 5blättrigem, frei- oder verwachsenblättrigem Perianthium oder mit Kelch und vielblättriger Korolle, welche aus

---

[129]) Poulsen V. A. in E. P., III. 1*a*, S. 121, 1893. — Hallier H., L'orig. et le syst. phyl. d. Angiosp. etc., Arch. Neerl., Ser. III., 6., 1912. — Schneider H., Morphol. u. entw. Unters. an *Thelyg. C.*, Flora, 106. Bd., 1914.

[130]) Heimerl A. in E. P., III. 1*b*, S. 14, 1889; Nachtr. III, S. 105; Beitr. zur System. d. Nyctag., Jahresb. der Oberrealsch. Wien, VII. Bez., 1897; Monographie von *Bougainvillea* usw., Denkschr. d. Wiener Akad., m.-naturw. Kl., LXX. Bd., 1901; *Pisoniella*, Öst. bot. Zeitschr., LXI., 1911. — Gidon, Ess. s. l'Org. gén. et le développem. de l'app. cond. in Mem. soc. Linn. de Normandie. XX., 1901. — Standley P. C., The *Allioniaceae* of the Unit. Stat. Contrib. Nat. Herb. Wash., XII., 1909. — Fiedler H., Beitr. z. Kenntn. d. Nyct. Bot. Jahrb. f. Syst. usw., XLIV., 1910. — E. P., Nachtr. IV, S. 83.

[131]) Pax F. in E. P., III. 1*b*, S. 33, 1889; Nachtr. III, S. 106; Nachtr. IV, S. 84. — Bergamasco G., Biologia delle *Mesembryanthemaceae*. Bull. Ort. Bot. Nap., II, S. 165, 1904. — Wagner R. Ein neues *Aizoon* aus S.-Austral. Ann. Hofmus. Wien, XIX., 1904. — Berger A., Mesembr. und Portulac. Stuttgart 1908. — Müller K., Beitr. z. System. d. Aizoac., Halle 1909.

den äußeren Staubgefäßen hervorgeht. Staubgefäße zahlreich oder 5 (seltener weniger). Fruchtknoten ober- oder unterständig, 2- bis mehrfächerig. Samen in jedem Fache zumeist zahlreich, zentralwinkelständig, grundständig oder wandständig; nicht selten im Laufe der Blütenentwicklung die Stellung wechselnd, nämlich zuerst zentralwinkelständig, schließlich wandständig. Kapselfrüchte oder beerenartige Früchte.

Abb. 397. *Aizoaceae. Mesembrianthemum*-Arten. — Fig. 1. *M. acutum.* — Fig. 2. *M. tigrinum.* — Fig. 3. *M. obconellum.* — Fig. 4. *M. deltoides.* — Fig. 5. *M. densum.* — Fig. 6. *M. bulbosum.* — Fig. 7. *M. Lehmanni.* — Fig. 8. Frucht v. *M. cultratum*, durchschn. — Nat. Gr. — Original.

Verwandtschaftliche Beziehungen zu den Phytolaccaceen zweifellos, doch auch die zu den Cactaceen kaum fraglich.

Vorherrschend Xerophyten tropischer und subtropischer Gebiete. Viele Wüstenpflanzen.

Größte Gattung: *Mesembrianthemum*[132]), besonders in Südafrika. Viele Arten mit sukkulenten Blättern und habituell an Compositeninfloreszenzen erinnernden Blüten werden

[132]) Vgl. Sonder W. in Harvey W. et Sonder W., Flora Capensis, II., 1861/62. — Salm-Reifferscheid-Dyck, Monogr. gen. *Aloës* et *Mesembr.* Bonn 1836—63. — Berger

in Gewächshäusern, in wärmeren Gebieten im Freien, kultiviert und verwildern auch in letzteren, so im europ. Mittelmeergebiet oft *M. acinaciforme* (Abb. 398). Im Mediterrangebiet häufig wild: *M. crystallinum* und *M. nodiflorum*; die Blätter des ersteren, „Eiskraut", werden auch als Gemüse verwendet. Die Früchte von *M. edule* und *M. acinaciforme* werden in Südafrika gegessen („Pferdefeigen", „Hottentottenfeigen"). Mehrere südafrikanische Arten: so *M. truncatellum*, *M. obconellum* (Abb. 397, Fig. 3), *M. Wettsteinianum* (Abb. 3, Fig. 10) u. a. besitzen jeweilig an jedem Sprosse nur 2 miteinander verwachsene Laubblätter. Die Gattung *Mesembrianthemum* zeigt in Südafrika einige überaus

Abb. 398. *Mesembrianthemum acinaciforme* von einer Mauer herabhängend. Korfu. Nach einer Photographie von G. Kraskovits.

interessante Anpassungsphänomene[133]), so gibt es Arten, deren Blätter in Farbe und Oberflächenbeschaffenheit der Umgebung so gleichen, daß dadurch ein wirksamer Schutz gegen Tierfraß entsteht (*M. Bolusii*, *M. canum*, *M. calcareum* u. a., Abb. 399, Fig. 5 bis 7), andere versenken die Laubblätter nahezu ganz unter die Erde (Besonnungsschutz) und

A., vgl. S. 579. — Rappa F., Per una classif. nat. d. *Mesembr.* Bull. orto bot. Palermo. XI., 1912. — Dinter u. Berger in Jahrb. f. syst. Bot., L., Suppl., 1914. — Brown N. E., New and old species of *Mesembr.* with critical notes. Journ. Linn. Soc., XLV., 1920. — Dinter in Fedde, Repert., XIX., Nr. 8—10 u. 11—13, 1923.

[133]) Vgl. Marloth R., Mimicry among plants, Transact. S. Afr. Phil. Soc., XV., 1904 und XVI., 1905; Die Schutzmittel d. Pfl. gegen überm. Insolation, Ber. d. d. bot. Ges., XXVI., 1909; Das Kapland usw., Jena 1908; A new mimicry pl., Trans. roy. Soc. S. Afr., IV., 1914. — Thiselton-Dyer W. P., Morphol. notes. XI. Protect. adapt. Ann. of Bot., XX., 1906.

lassen das Licht zu dem Assimilationsgewebe durch ein durchsichtiges Wassergewebe am Scheitel des Blattes treten („Fensterblätter", z. B. *M. opticum*, *M. rhopalophyllum*, *M. Hookeri* u. a., Abb. 369, Fig. 1—4). — *Tetragonia*, ohne Blumenkrone. *T. expansa* (Japan, Polynesien, Australien, Südamerika), „Neuseeländer Spinat", als Gemüse-

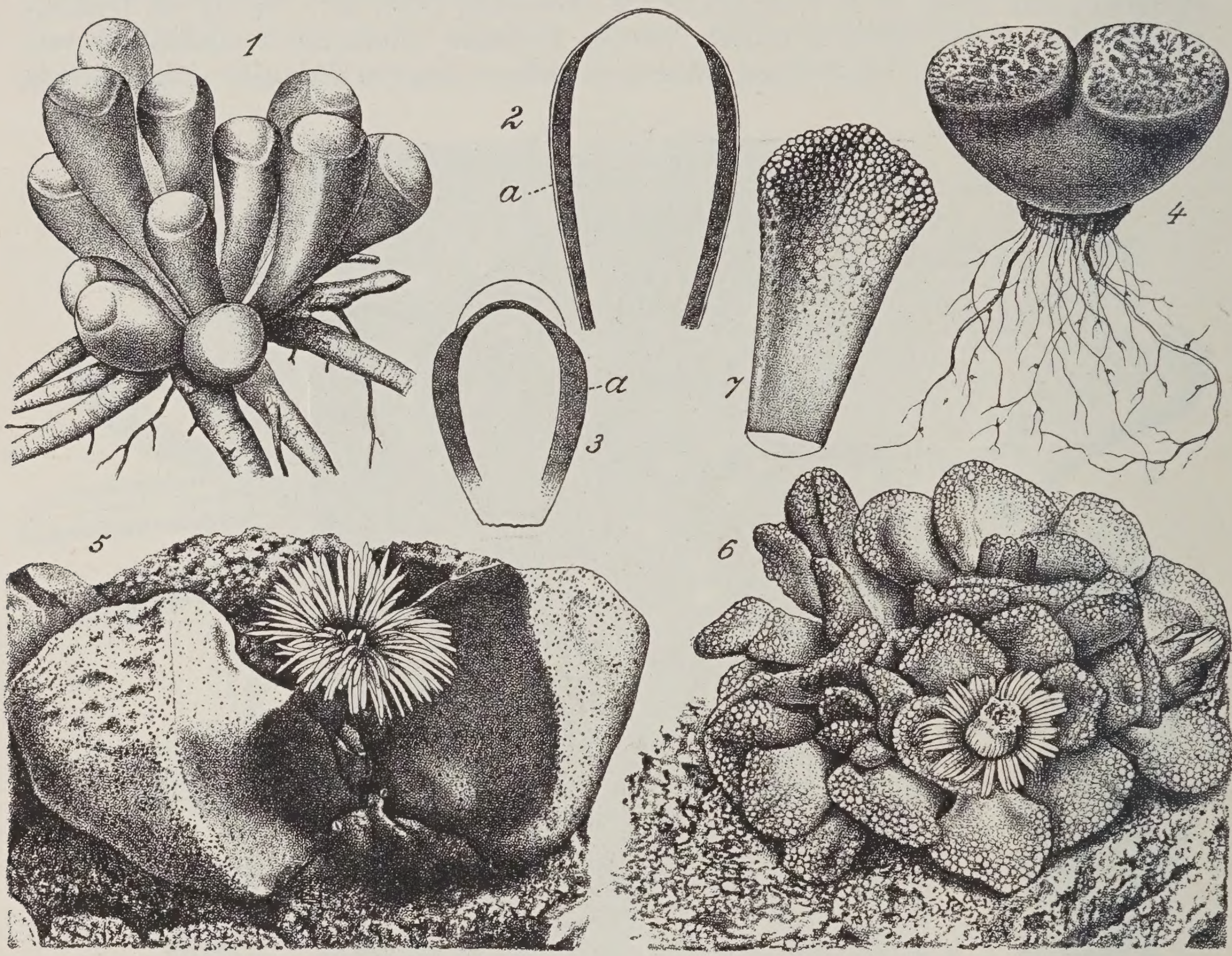


Abb. 399. Südafrikanische *Mesembrianthemum*-Arten mit speziellen Schutzanpassungen (vgl. Text). — Fig. 1. *M. rhopalophyllum.* — Fig. 2. Längsschnitt durch ein Blatt davon, *a* Assimilationsgewebe. — Fig. 3. Längsschnitt durch ein Blatt von *M. fibuliforme*, *a* Assimilationsgewebe. — Fig. 4. *M. pseudotruncatellum.* — Fig. 5. *M. Bolusii.* — Fig. 6. *M. calcareum.* — Fig. 7. Blatt davon. — Fig. 1, 4, 6 nat. Gr., 2, 3, 7 etw. vergr., 5 etw. verkl. — Fig. 2 u. 3 nach Marloth, 1, 4—7 Original.

pflanze kultiviert. — *Sesuvium*-Arten werden in tropischen Gebieten als Gemüse verwendet.

8. Familie: **Cactaceae**[134]). (Abb. 401 bis 404.) Xerophyten mit blattlosen, sukkulenten, walzenförmigen, kugeligen, säulenförmigen oder

[134]) Schumann K. in E. P., III. 6a, S. 156, 1894; Nachtr. III, S. 237; Nachtr. IV, S. 208. — Schumann K., Gesamtbeschreibung der Kakteen, Neudamm 1899; Nachtr., ebenda 1899—1903; 2. Aufl., 1903; Blühende Kakteen, Neudamm 1900 u. f., fortges. v. M. Gürke. — Monatsschr. f. Kakteenkunde, Neudamm 1891 u. f. — Ganong W. F., Up. Polyembryony and its Morphol. in *Opuntia*. Bot. Gaz., XXV., 1898. — Rudolph K., Beitr. z. Kenntn. d. Stachelbildung d. Kakt. Öst. bot. Zeitschr., 1903, S. 105. — Darbishire O. V., Observations on *Mamillaria elongata*. Ann. of. Bot., XVIII., 1904. — Berger A., A syst.

abgeflachten Stämmen, nur selten mit flachen grünen Blättern; meist sind die Blätter rückgebildet oder in Dorne umgebildet; sie tragen sehr häufig in den Achseln Haar- oder Stachelbüschel. Blüten zwitterig, ansehnlich, aktinomorph oder zygomorph, mit einem aus meist zahlreichen Blättern bestehenden Perianth, dessen äußerste Blätter oft kelchartig sind. Nicht selten sind die Perianthblätter im unteren Teile röhrenförmig ver-

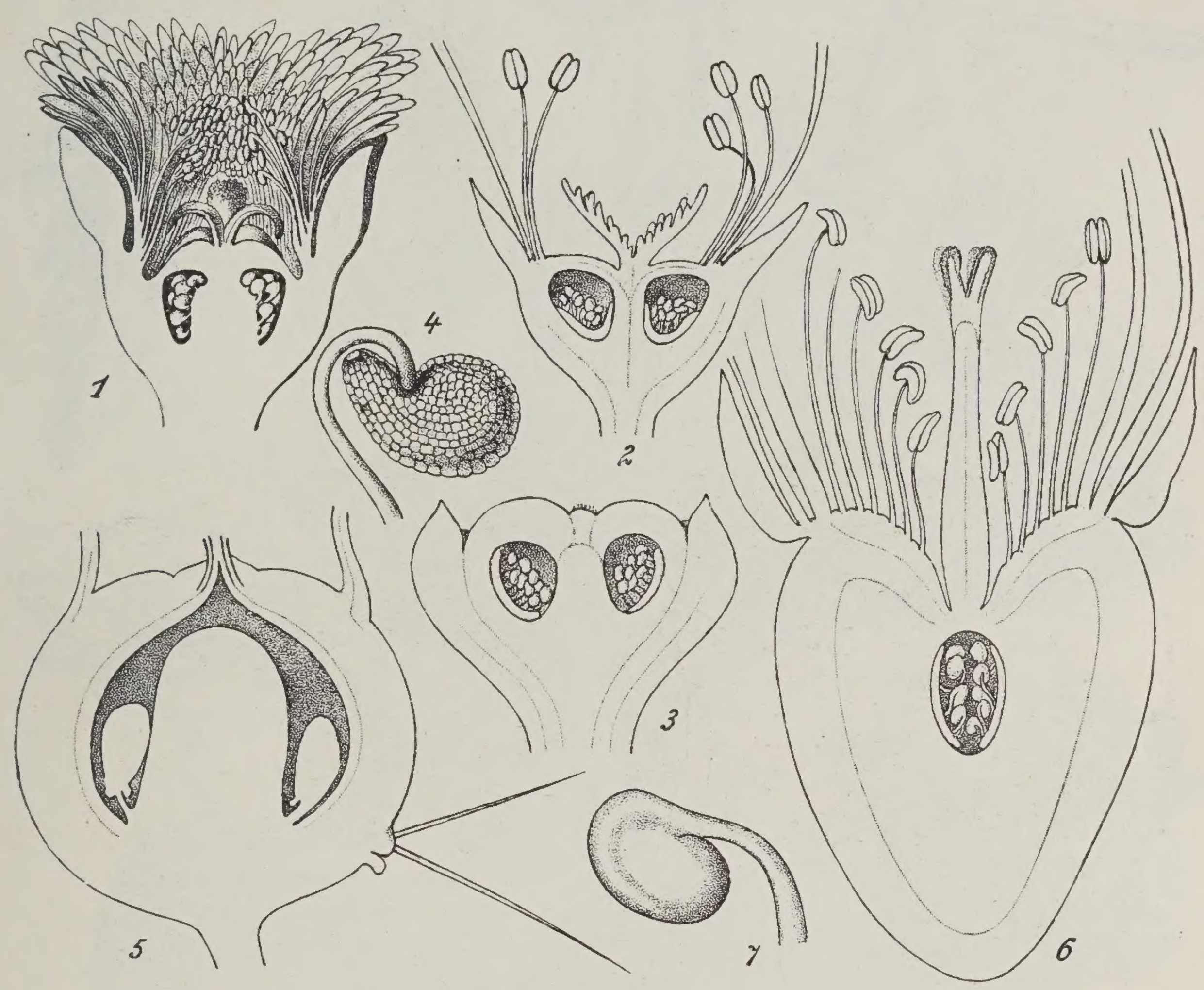


Abb. 400. Übersicht der Plazentationsverhältnisse bei *Aizoaceae* (Fig. 1—4) und *Cactaceae* (Fig. 5—7). — Fig. 1. Längsschn. d. d. Blüte v. *Mesembrianthemum cordifolium.* — Fig. 2. Von *M. angustum.* — Fig. 3. Längsschn. durch eine junge Frucht v. *M. longum.* — Fig. 4. Samenanlage v. *M. edule.* — Fig. 5. Längsschn. d. eine junge Frucht von *Peireskia aculeata.* — Fig. 6. Längsschn. d. d. Bl. v. *Opuntia vulgaris.* — Fig. 7. Samenanlage davon. — Fig. 1—3, 5, 6 schwach, 4 u. 7 stärker vergr. — Fig. 1 u. 4 nach Payer, 2, 3, 5—7 Original.

wachsen. Staubgefäße viele. Fruchtknoten unterständig, mehrblättrig, aber einfächerig und mit 1 Griffel, mit ± zahlreichen wandständigen

---

revis. of the gen. *Cereus.* XVI. Ann. Rep. of the Missouri Bot. Gard., 1905. — Fraine E. de, The seedl. struct. of cert. Cact. Ann. of Bot., XXIV., 1910. — Vaupel F., Verz. d. seit 1903 neu beschr. u. umbenannt. Gttg. u. Art., Neudamm 1913. — Britton N. L. and Rose I. N., The Gen. *Epiphyllum* and its all., Contrib. f. the Unit. States Nat. Herb., Vol. XVI., 1913; The *Cactaceae* I.—III., Carnegie Inst. Washingt., 1919, 1921 u. 1923. — Zeitschrift für Sukkulentenkunde, 1923.

Abb. 401. *Cactaceae.* — Fig. 1. *Opuntia Rafinesquei.* — Fig. 2 *a* und *b*. *Hariota salicornioides.* — Fig. 3. *Mamillaria elephantidens.* — Fig. 4. *Ariocarpus fissuratus.* — Fig. 5. Frucht von *Opuntia Ficus-indica.* — Fig. 6. Flachsproß von *Rhipsalis Regnellii.* — Fig. 7. Blüten von *Rh. lumbricoides.* — Fig. 2 u. 7 natürliche Größe, alle übrigen etwas verkl. — Fig. 1 u. 4 nach Engelmann, Fig. 2, 3, 6 u. 7 nach Schumann, Fig. 5 Original.

Samenanlagen mit meist langen, oft büschelweise miteinander verbundenen Nabelsträngen. Frucht fleischig, beerenartig.

Die Verwandtschaft der *Cactaceae* mit den *Aizoaceae* ist kaum zweifelhaft. In den Plazentationsverhältnissen und in der Stellung des Fruchtknotens zeigen die letzteren

Abb. 402. *Cereus peruvianus.* Südbrasilien. — Nach einer Photographie v. Jones.

alle Übergänge von dem Verhalten der anderen *Centrospermae* zu dem der *Cactaceae* (vgl. Abb. 400). Außer der großen Übereinstimmung im Blütenbau finden sich auch sehr bemerkenswerte Ähnlichkeiten im anatomischen Bau: der gleiche Spaltöffnungstypus, mark- und rindenständige Gefäßbündel, Kristalle in der Zellwand u. a. Wenn neuerdings wieder auf Grund „schwach positiver" Serum-Reaktionen die Verwandtschaft mit den *Loasaceae*

und durch diese mit den *Parietales* behauptet wird[135]), so kann dies in Anbetracht der morphologischen Übereinstimmung mit den *Aizoaceae* und der mangelnden Übereinstimmung mit den *Loasaceae* unmöglich ausschlaggebend sein.

Die *Cactaceae* gehören zu denjenigen Pflanzen, welche die extremsten Anpassungen an xerophile Verhältnisse aufweisen; schon an den jungen Pflanzen tritt diese Anpassung insofern häufig hervor, als nur bei wenigen Gattungen die Keimpflanzen noch rückgebildete Blätter aufweisen, z. B. *Opuntia*. Epiphytische Arten enthalten die Gattungen *Cereus*, *Rhipsalis*, *Hariota*; bei einzelnen epiphytischen *Cereus*-Arten (z. B. *C. Wittii* = *Strophocactus W.* Britt. et Rose) finden sich „Nischen-Flachsprosse", welche funktionell den Nischenblättern gleichen.

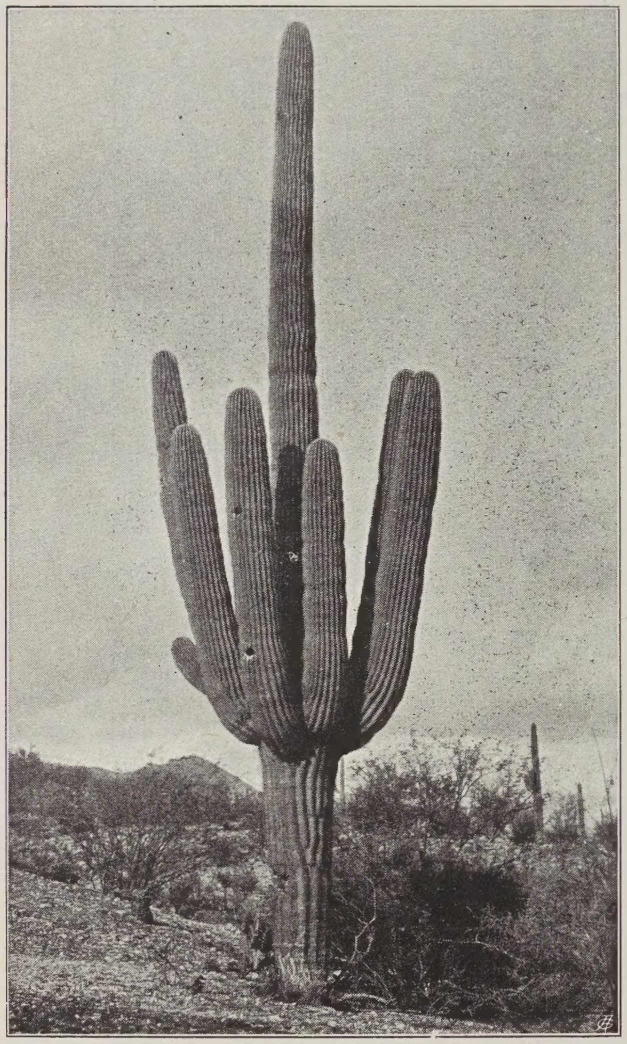


Abb. 403. *Cereus giganteus* in Nieder-Kalifornien. — Nach Mac Dougal.

Bei mehreren Gattungen finden sich Reizbewegungen der Filamente (*Opuntia*, *Echinocactus*); Bestäubung erfolgt in der Regel durch Insekten, auch Vogelbesuch, welcher mit der Pollenübertragung in Zusammenhang steht, wurde mehrfach konstatiert. Ephemere Blüten und nyktigame Blüten (besonders *Cereus*) nicht selten (Schutzmittel gegen übermäßige Wasserabgabe?). Verbreitung der Samen erfolgt vielfach durch Tiere, speziell bei den epiphytischen Arten durch Vögel. Vegetative Vermehrung auch durch Seitensprosse oder sterile Früchte (*Opuntia*); erstere besitzen häufig hakige Stacheln, bzw. Dornen. Polyembryonie bei *Opuntia vulgaris*. Milchsaft bei *Mamillaria*- und *Echinocactus*-Arten. Einzelne Arten (z. B. *Anhalonium* u. a.) enthalten giftige Alkaloide und Saponine.

Hauptverbreitung in den wärmeren Teilen Amerikas, besonders Mexikos, hier geradezu Charakterpflanzen. Mehrere Arten der Gattung *Rhipsalis* (z. B. *Rh. Cassytha*) auch in Afrika[136]). Durch Kultur sind mehrere *Cactaceae*, besonders *Opuntia*-Arten weit verbreitet worden, vielfach finden sie sich auch verwildert, so in Südeuropa *Opuntia Ficus-indica* und *O. vulgaris* (= *O. Opuntia* nach Britt. u. Rose).

A. ***Peireskioideae.*** Flache Assimilationsblätter vorhanden. Perianthblätter in geringerer Zahl, Samen 3—4. — *Peireskia* (Zentral- und Südamerika). *P.*-Arten werden mit Vorliebe als Pfropfunterlagen für die Kultur von Cactaceen verwendet.

B. ***Opuntioideae.*** Flache Assimilationsblätter fehlen. Stammglieder häufig abgeflacht und blattartig. — *Opuntia*. Artenreiche Gattung[137]); sehr häufig widerhakige Stacheln

---

135) Vgl. Preuß A. in Beitr. z. Biol. d. Pfl., XIII. Bd., 1917. — Mez K. in Bot. Arch., I., Nr. 4, 1922.

136) Roland-Gosselin R., Les *Rhips.* déc. en Afr. sont-ils indigènes? Bull. soc. bot. Fr., sér. 3, LIX., 1912.

137) Berger A., Beitr. z. Kenntn. d. Opunt. Bot. Jahrb. f. Syst. etc., XXXVI., 1905. — Britton N. L. and Rose J. N., A prelim. treatm. of the *Opunt.* of N. Am. Smithson.

an den vegetativen Teilen (Glochidien). Viele Arten haben genießbare Früchte (nach Entfernung der mit Hakenhaaren versehenen äußersten Fruchtschichte!), so die in allen subtropischen trockenen Gebieten kultivierte *O. Ficus-indica* („indische Feige", „Figuier de Barbarie") u. a. Manche Arten werden — gleichwie andere Cactaceen — in tropischen Gebieten als Zäune gezogen. Aus den Früchten von *O. Tuna* wird in Zentralamerika ein berauschendes Getränk („Cotonche") bereitet. In neuester Zeit werden stachellose Sorten verschiedener Opuntien (z. B. *O. vulgaris*, *O. Engelmanni*, *O. Ficus-indica*, größtenteils Kreuzungen, welche Burbank gezüchtet hat) zum Anbau als Futterpflanzen in klimatisch entsprechenden Gebieten empfohlen[138]). — *Nopalea coccinellifera* wird hie und da zur Zucht der Cochenille-Schildlaus (*Dactylopius coccus*) kultiviert; demselben Zwecke dienen auch andere Cactaceen, doch ist diese Kultur stark im Rückgange.

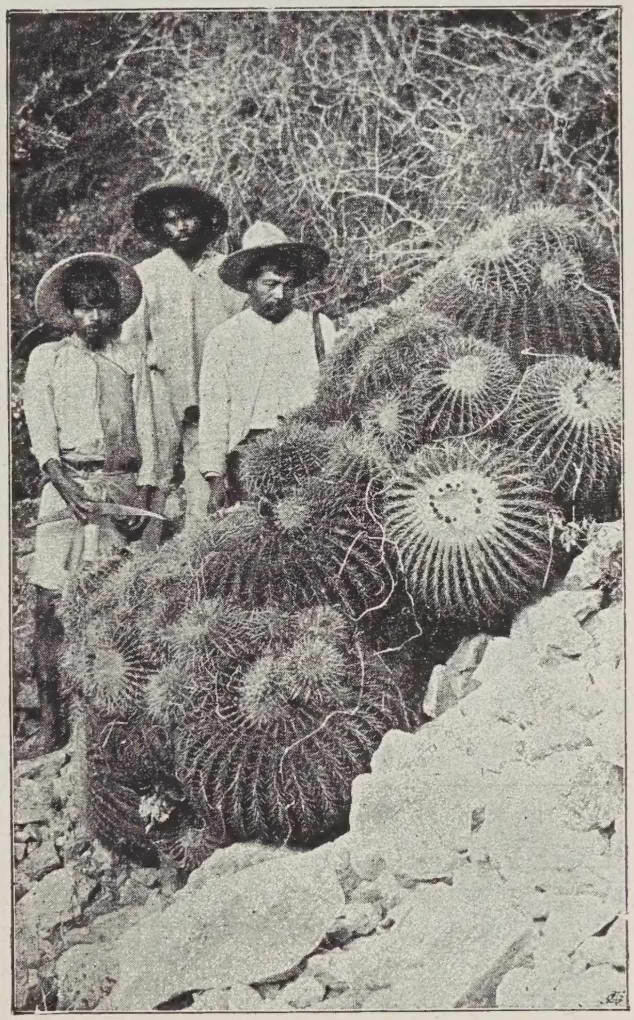


Abb. 404. *Echinocactus arrigens*. Mexiko. — Nach einer Photographie v. Siebert.

*C. **Cereoideae.*** Flache Assimilationsblätter fehlen. Stämme säulenförmig oder kugelförmig, oder mehrkantig, nur selten flach. Die artenreichsten und am häufigsten kultivierten Gattungen sind: *a*) Blüten radförmig. Epiphyten oder (seltener) Felsenbewohner: *Rhipsalis*. Stamm gegliedert, Glieder kantig, walzenförmig oder flach. — *Hariota*. — *b*) Blüten im unteren Teile röhrenförmig: *Mamillaria*. Stamm abgerundet mit kegel- oder halbkugelförmigen Höckern (Blattkissen) bedeckt. — *Pelecyphora*. Stamm abgerundet mit vorne abgestumpften und gefurchten Höckern. — *Ariocarpus*. Stamm abgerundet mit dreikantigen, blattartigen Höckern. — *Leuchtenbergia*. Stamm mit stark verlängerten, blattartigen Höckern, die im Alter abfallen. — *Melocactus*. Stamm abgerundet, längsgerippt, blütentragender Teil zu einem dichtbehaarten Polster (Cephalium) werdend. — *Echinocactus*. Stamm abgerundet, längsgerippt; Rippen ganz oder ± in Höcker aufgelöst. — *Phyllocactus*. Stamm abgeflacht, Bl. aktinomorph. — *Epiphyllum*. Stamm verlängert, ästig gegliedert, die blütentragenden Glieder flach. Blüten zygomorph. *E. truncatum*. — *Pilocereus*. Stamm verlängert, gerippt; Stammspitze von langen Haaren umgeben. — *Cephalocereus*, wie vorige, aber mit Cephalium. Stamm oft sehr hoch, z. B. *C. senilis*. — *Cereus*[139]). Stamm verlängert, gerippt oder kantig, ohne Cephalium, ohne

---

misc. Coll., L., 1908. — Griffiths D., Ill. stud. in the gen. *Op.* Rep. Miss. bot. Gard., XIX., 1908.

[138]) Vgl. Rümker K. v. u. Tschermak E. v., Landw. Stud. in N. Am. Berlin 1910. — Zimmermann A., Die Opuntien als Nahrungsmittel f. Menschen u. Tiere. Tropenpflanzer, 1910.

[139]) Die Gattung wurde in neuerer Zeit, insbesondere von Britton u. Rose in zahlreiche Gattungen zerlegt.

Haarbekleidung am Scheitel. Oft geradezu baumförmig, so z. B. *C. giganteus* (= *Carnegia gigantea* Britt. et Rose) (Abb. 403), *C. peruvianus* (Abb. 402), *C. triangularis* klimmend, an einer der 3 Flächen des Stammes Adventivwurzeln treibend. Mehrere *C.*-Arten haben genießbare Früchte. Aus dem wasserreichen Stammgewebe mehrerer großer Arten, wie auch aus dem anderer Cactaceen, wird in den wasserarmen Gebieten Zentralamerikas Trinkwasser gewonnen. *C. grandiflorus* und *C. nycticalus* (Zentralamerika), „Königin der Nacht".

9. Familie: **Portulacaceae**[140]). Kräuter oder Sträucher mit fleischigen Blättern, mit Nebenblättern; diese häutig oder in Haarbüschel umgewandelt, nur selten fehlend. Blüten zwitterig mit 4- bis 5blättrigem Perianth und 2 diesem genäherten kelchähnlichen Hochblättern. Staubgefäße in gleicher Zahl wie die Perianthblätter und über diesen oder vermehrt. Fruchtknoten oberständig, 1fächerig, mit 2 bis vielen Samenanlagen an einer zentralen Plazenta. Kapseln.

Vorherrschend Xerophyten, nur *Montia* (*M. fontana* und *M. minor* auch in Europa) feuchtigkeitsliebend. Den Übergang von den *Phytolaccaceae* und *Aizoaceae* zu den *Caryophyllaceae* vermittelnd. Weit verbreitet, besonders *Talinum* und *Portulaca*. — Gemüsepflanzen: *Portulaca oleracea* „Burzelkohl" (auch verwildernd) und andere Arten. Zierpflanzen: *P. grandiflora* (Brasilien), *Calandrinia discolor* (Chile).

Hier schließt sich die kleine (10). Familie der **Basellaceae**[141]) mit 1samigen Fruchtknoten an. — *Ullucus tuberosus* (Anden von Südamerika) mit genießbaren Knollen. — *Basella alba* in allen tropischen Gebieten als Gemüsepflanze kultiviert. — *Boussingaultia baselloides* (tropisch. Amerika) in wärmeren Gebieten der genießbaren Knollen wegen, sonst häufig als Zierpflanze gezogen.

11. Familie: **Caryophyllaceae**[142]). (Abb. 405 und 406.) Krautige Pflanzen, seltener Halbsträucher mit ungeteilten, meist gegenständigen Blättern, mit oder ohne Nebenblätter. Blüten sehr oft mit sterilen Hochblatthüllen, 4- bis 5zählig, meist mit Kelch und Korolle, zwitterig, seltener einge-

---

[140]) Pax F. in E. P., III. 1 b, S. 51, 1889; Nachtr. IV, S. 85. — Brandegee K., Studies in Port. Proceed. Californ. Acad. Sc., 2. Ser., Vol. IV., 1894. — Cook M. Th., The Developm. of the Embryosac etc. of *Claytonia*. Ohio Natur., III., 1903. — Schönland S., Morph. and Biol. Obs. on the Gen. *Anacampseros*. Rep. S. Afric. Assoc. Adv. Sc., I., 1903. — Holm Th., *Claytonia*, a morphol. and anat. study. Mem. Acad. Sc. Wash., X. 2., 1906. — Vgl. die Arb. Bergers auf S. 537.

[141]) Franz E., Beitr. z. Kenntn. d. Portul. u. Bas. Bot. Jahrb. f. Syst. etc., XLII., Beibl., 1908.

[142]) Pax F. in E. P., III. 1 b, S. 61, 1889; Nachtr. III, S. 106; Nachtr. IV, S. 87. — Warming E., Om Caryophyllaceernes Blomster. Kopenhagen 1890. — Meyer W., Beitr. z. vergl. Anat. d. *C.* u. *Primulac.* Inaug.-Dissert., Göttingen 1899. — Jösting F., Beitr. z. Anat. d. Sperguleen etc. Beih. z. Bot. Zentralbl., Bd. XII, 1902. — Cook M. Th., The Devel. of the Embryos. etc. of *Agrostemma*. Ohio Natur., III., 1903. — Vierhapper F., Die syst. Stellg. d. Gattg. *Scleranthus*. Öst. bot. Zeitschr., LVII., 1907. — Lüders H., System. Unters. üb. d. *Caryoph.* Bot. Jahrb. f. Syst. etc., XL., Beibl., 1907. — Gibbs L., Notes on the developm. etc. of seed in *Alsinoid.* Ann. of Bot., XXI., 1907. — Bonnet E. E., Observ. sur la struct. anat. etc. du Paronych. et Caryoph. Paris 1908. — Hayek A. v., Flora von Steierm., I. Bd., 1909. — Perotti R., Contrib. all' embriolog. d. Dianthee. Ann. di Bot., XI., 1913. — Neumayer H., Die Gattungsbegrenz. innerh. d. Dianth. Verh. zool.-bot. Ges. Wien, LXV., 1915; Die Frage der Gattungsabgrenzung innerhalb der Silenoideen, Verhandl. d. zool.-bot. Ges., Wien, LXXII., 1922. — Mattfeld J., Zur Kenntn. d. Phylog. unterst. Frkn. bei d. *C.*, Ber. d. d. bot. Ges., XXXIX., 1920.

schlechtig. Staubgefäße 5 oder 10. Fruchtknoten 2- bis 5blättrig, ein- oder unvollkommen mehrfächerig, mit 1 bis ∞ Samenanlagen, welche basilär oder an einer zentralen Plazenta stehen. Frucht eine Kapsel- oder Schließfrucht, seltener beerenähnlich.

Fast alle Caryophyllaceen sind entomogam, vielfach (speziell bei Paronychioideen und Alsinoideen) kommt auch Autogamie, selbst Kleistogamie vor. Bes. bei Silenoideen sind dimorphe (zwitterige und kleinere weibliche) Blüten häufig. Von besonderen Verbreitungsmitteln sind die Flug-, bzw. Klettorgane zu erwähnen, welche bei einzelnen

Abb. 405. *Caryophyllaceae.* — Fig. 1. Bl. von *Silene nutans.* — Fig. 2. Bl. von *Lychnis Flos-cuculi.* — Fig. 3. Bl. von *Dianthus Carthusianorum.* — Fig. 4. Bl. von *Cerastium arvense.* — Fig. 5. Bl. von *Herniaria glabra.* — Fig. 6. Bl. von *Stellaria media.* — Fig. 7. Bl. von *Scleranthus annuus.* — Fig. 1—5 u. 7. durchschn. — Fig. 8. Frucht von *Cerastium caespitosum.* — Fig. 9. Frucht von *Silene nutans.* — Fig. 10. Frucht von *Dianthus Carthusianorum.* — Fig. 11. Frucht von *Minuartia verna.* — Fig. 8—10 geöffnet. — Alle Fig. vergr. — Nach Beck.

Gattungen (*Cometes, Pteranthus*[143]), Nordostafrika, Südwestasien; vgl. Abb. 406) durch sterile Sprosse innerhalb der Infloreszenz (Analogie mit manchen Amarantaceen) gebildet werden. Die Verwandtschaft der *Caryophyllaceae* mit den übrigen Centrospermen ist ganz zweifellos; sie stellen ein Endglied der Reihe dar, in welcher es durch Umwandlung eines Teiles der Staubgefäße in Korollblätter zu einem doppelten Perianthium (Zusammenhang mit Entomogamie) gekommen ist.

---

[143]) Vgl. Vierhapper F., Die Verbreitungsmittel der Früchte bei einig. Paronychieen. Öst. bot. Zeitschr., 1904, S. 114. — Murbeck S., Bidr. till Pteranth. Morfol. Lunds Univ. Årssk., 1906.

Nach Kraft[144]) sind die Formen mit einfacheren Blüten durch Reduktion entstanden. Die *Caryophyllaceae* sind fast über die ganze Erde verbreitet, besonders reich im Mediterrangebiete. Viele Arten erinnern durch ihr Vorkommen (Salzpflanzen, Ruderalpflanzen) an Chenopodiaceen und Amarantaceen. Relativ schwach vertreten in den Tropen.

A. **Paronychioideae.** Mit Nebenblättern, Kelche freiblättrig. Artenreiche Gattungen: *a)* Schließfrüchte: *Paronychia, Herniaria* (*H. hirsuta* u. *H. glabra* liefern d. mediz. verwendete „Herba Herniariae"), *Corrigiola.* — *b)* Kapseln: *Spergula arvensis* (gemäßigte Zone) hie und da als Futterpflanze kultiv. — *Polycarpaea spirostylis* soll in Australien ausschließlich auf kupferhaltigem Boden vorkommen. — *Spergularia.*

B. **Alsinoideae.** Ohne Nebenblätter. Kelch freiblättrig. Artenreiche Gattungen: *a*) Schließfrüchte: *Scleranthus*, apopetal mit unterst. Frkn. — *b*) Kapseln: *Stellaria* und *Cerastium*[145]) mit 2teiligen oder ausgerandeten Petalen, *Minuartia* (= *Alsine*), *Arenaria* mit ungeteilten Petalen. — *Stellaria media*, Vogelmiere, Kosmopolit.

C. **Silenoideae.** Ohne Nebenblätter. Kelchblätter zu einer Röhre verwachsen. Längsleisten oder Nebenkronenbildung an den Petalen nicht selten. Artenreiche Gattungen: *Silene, Melandryum, Gypsophila, Dianthus*[146]). — Zierpflanzen: *Dianthus Caryophyllus*, die

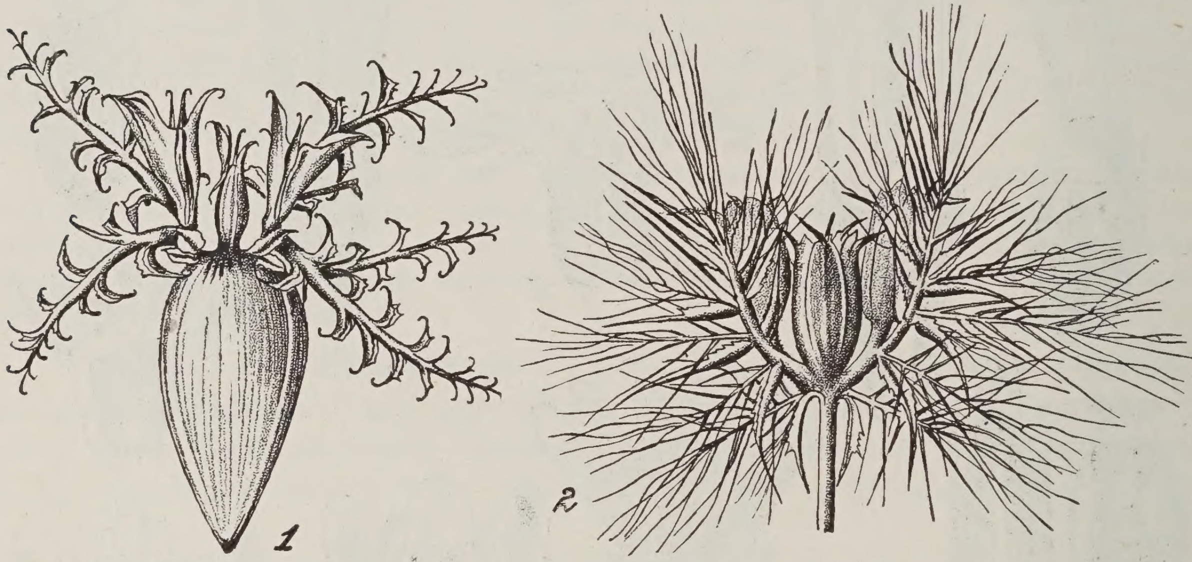


Abb. 406. Klett- und Flugeinrichtungen, gebildet durch sterile Infloreszenzteile bei *Pteranthus dichotomus* (Fig. 1) u. *Cometes abyssinica* (Fig. 2). — Vergr. — Nach Murbeck.

Gartennelke (Heimat: Mediterrangebiet) mit zahlreichen Kulturrassen, *D. barbatus*, Bartnelke (Südeuropa), *D. plumarius*, Federnelke (Europa), *D. chinensis* (China), ferner: *Lychnis chalcedonica* (Sibirien, Südrußland) und *L. grandiflora* (Japan). — *Agrostemma Githago*, die Kornrade, fast kosmopolitisches Ackerunkraut, dessen Samen eine schädliche Beimengung des Getreides bilden. — *Saponaria officinalis*[147]), *Gypsophila paniculata* u. a. A. (Europa, Asien) liefern „Seifenwurzeln" (u. a. Saponin enthaltend). — *Cucubalus* mit beerenähnlicher Frucht.

Die *Centrospermae* zeigen deutliche Beziehungen zu den *Plumbaginales* und *Primulales* unter den Sympetalen.

---

[144]) Kraft E., Experim. u. entwicklungsgesch. Unters. Flora, N. F., IX. Bd., 1917.

[145]) Williams F. N., Crit. not. on some spec. of *C.* Journ. of Bot., XXXVII., 1899. — Correns C., Unters. üb. d. Gttg. *C.* Öst. bot. Zeitschr., 1909.

[146]) Neuere Übersichten der Arten: Vierhapper F., Zur Syst. u. geogr. Verbr. ein. alp. *Dianthus*-Gruppe. Sitzungsber. d. Wiener Akad., 107. Bd., 1898. — Williams F. N., Enum. specier. varietatumque gen. *Dianthus*, Journ. of Bot., XXIII., p. 340; Prim. Subdiv. in the Genus *Silene*, l. c., XXXII., 1894, p. 10. — Vergl. auch Kronfeld M., Geschichte d. Gartennelke, 1913.

[147]) Simmler G., Monogr. d. Gattg. *Saponaria*. Denkschr. d. k. Akad. d. Wissensch. Wien, LXXXV. Bd., 1910.

16. Reihe. *Tricoccae.*

Holzpflanzen oder Kräuter. Blätter zumeist mit Nebenblättern. Blüten perianthlos oder mit einfachem, seltener mit doppeltem Perianth, fast immer eingeschlechtig. Fruchtknotenblätter in jeder Blüte 3 (nur selten mehr oder weniger), synkarp, in jedem Fruchtknotenfach 1 bis 2 hängende Samenanlagen mit nach auf- und auswärts gerichteten Mikropylen.

Die überwiegende Mehrheit der hieher gehörigen Formen wird unter dem Familiennamen der *Euphorbiaceae* zusammengefaßt; diese Familie umschließt außerordentlich verschieden gebaute Typen, deren Zusammengehörigkeit jedoch kaum fraglich ist. Dieser letztere Umstand läßt auch die Aufrechterhaltung einer so umfangreichen Familie berechtigt erscheinen, wenn auch eine Auflösung derselben in mehrere Familien möglich und vielleicht im Interesse der Übersichtlichkeit und schärferen Charakteristik zweckmäßig wäre.

Die Eruierung der richtigen systematischen Stellung der *Euphorbiaceae* ist eine schwierige Aufgabe; sie zeigen einerseits morphologische Übereinstimmungen mit den Monochlamydeen (z. B. *Urticales*), anderseits Beziehungen zu den *Columniferae*, *Gruinales*, *Terebinthales* und *Celastrales*[148]). Auch serologisch hat sich die Verwandtschaft mit den letzterwähnten Reihen ergeben[149]). Die Lösung der Aufgabe hängt im wesentlichen von der Auffassung des relativ einfachen Blütenbaues ab. Faßt man die konstante Eingeschlechtigkeit der Blüten, das Vorherrschen eines apetalen Perianthiums als etwas Ursprüngliches auf, dann nehmen die Euphorbiaceen eine ähnliche Stellung wie die übrigen Monochlamydeen ein; sieht man in diesen Eigentümlichkeiten den Ausdruck einer Rückbildung, dann sind die Euphorbiaceen unter die genannten Reihen der Dialypetaleen einzureihen.

Für die Auffassung der erwähnten Merkmale als relativ ursprüngliche sprechen folgende Momente: 1. die große Konstanz der Eingeschlechtigkeit der Blüten im Zusammenhange mit der Unmöglichkeit einer bologischen Erklärung der Eingeschlechtigkeit bei Annahme einer Rückbildung und im Zusammenhang mit der innerhalb der Euphorbiaceen hervortretenden Tendenz, erst auf einem großen Umweg (z. B. durch die Cyathiumbildung) zu den Vorteilen der Zwitterigkeit zu gelangen; 2. das Fehlen oder die nur schwache Ausbildung einer Korolle bei Pflanzen, die vorherrschend entomogam sind. Beide Momente erscheinen verständlich, wenn Eingeschlechtigkeit und Apetalie ursprünglich sind. Diese Auffassung wird noch gestützt durch das zweifellos hohe Alter der Reihe und durch Übereinstimmungen im Befruchtungsvorgang mit jenem gewisser Monochlamydeen (Obturatorbildung, siehe unten).

Es erscheinen daher die *Tricoccae* als eine auf der Organisationshöhe der Monochlamydeen stehende Pflanzengruppe, die ihre Fortentwicklung in der Reihengruppe der *Columniferae*, *Gruinales*, *Terebinthales* und *Celastrales* gefunden hat. Ob nach unten genetische Beziehungen zu einer der früher besprochenen Reihe der Monochlamydeen bestehen, z. B. zu den *Urticales*, dies läßt sich nicht erweisen, doch besteht die Möglichkeit.

Die in neuerer Zeit[150]) angenommene Ableitung der *Euphorbiaceae* über die Columniferen von den *Resedaceae* erscheint mir morphologisch unmöglich.

Innerhalb der *Tricoccae* vollzieht sich, genau so, wie bei den *Hamamelidales* und *Centrospermae* der Übergang von Formen mit einfachem Perianth und mit eingeschlechtigen Blüten zu Formen mit Kelch und Korolle und zwitterigen Blüten. Dabei scheint auch hier die Korolle aus Staubgefäßen entstanden zu sein.

---

[148]) Über die letzteren Beziehungen vgl. Beille L., Rech. s. l. développement floral. des Discifl. Act. d. l. Soc. Linn. Bordeaux, LVI., 1901.

[149]) Hoeffgren F., Sero-diagn. Unters. über d. Verw.-Verh. innerh. d. Columnif.-Astes. Bot. Arch., I. Bd., Heft 2, 1922.

[150]) Vgl. Hoeffgren F., a. a. O. — Mez K. in Bot. Arch., I., Heft 4, 1922.

Abb. 407. *Euphorbiaceae.* — Fig. 1. Cyathium *c* von *Euphorbia splendens* mit 2 rot gefärbten Hochblättern *hb.* — Fig. 2. Längsschnitt durch dasselbe Cyathium. — Fig. 3. Cyathium von *Euph. Lathyris*, *t* Hochblatthülle, *dr* Drüsen. — Fig. 4. Längsschn. durch dasselbe Cyathium. — Fig. 5. Cyathiumähnlicher Blütenstand von *Anthostema senegalense.* — Fig. 6—7. Infl. von *Euph. canariensis*; Fig. 6 zwei ♂ Cyathien mit den Anlagen der zweigeschlechtigen Cyathien *b* (*t* u. *dr* wie in Fig. 3); Fig. 7 ♂ Cyathium *a* vertrocknet, die beiden zweigeschl. Cyathien *b* entwickelt; Fig. 8 Früchte. — Fig. 9 ♀, Fig. 10 ♂ Bl. v. *Mercurialis perennis.* — Fig. 11 ♀, Fig. 12 ♂ Bl. v. *Ricinus communis.* — Fig. 13. ♂ Bl. von *Maprounea brasiliensis.* — Fig. 14. Dieselbe mit geöffnetem Perianth. — Alle Fig. vergr. — Fig. 1, 2, 6—10 Original, 3—5, 11, 12 nach Baillon, 13, 14 nach J. Müller.

1. Familie: **Euphorbiaceae**[151]) (= *Tithymalaceae* 1763). (Abb. 407 bis 411.) Vorherrschend Holzpflanzen, aber auch Kräuter; manchmal von kakteenähnlichem Aussehen (*Euphorbia*-Arten) oder mit Phyllokladien (*Phyllanthus*-Arten). Blätter schraubig oder gegenständig, meist einfach und mit Neben-

Abb. 408. Kautschukliefernde Euphorbiaceen. — Fig. 1—5. *Hevea brasiliensis*; Fig. 1 Blütenzweig; Fig. 2 ♀, Fig. 3 ♂ Blüte; Fig. 4 Frucht; Fig 5 dieselbe quer durchschn. — Fig. 6—9. *Manihot Glaziovii*; Fig. 6 Blütenzweig; Fig. 7 ♀, Fig. 8 ♂ Bl., Fig. 9 Frucht. — Fig. 1—4, 6—8 nach Vogtherr, 5 u. 9 Original.

blättern, die manchmal drüsenartig ausgebildet sind. Milchsaftgefäße sehr häufig. Blüten stets eingeschlechtig, von außerordentlich mannigfachem Bau.

[151]) Pax F. in E. P., III. 5, S. 1, 1890; Nachtr. III, S. 191; Nachtr. IV, S. 166. — Von älterer Literatur vgl. insbes. Baillon H., Étude générale du groupe des Euphorb. Paris 1858. — Froembling W., Anat.-syst. Unters. v. B. u. Achse der Crotoneen usw. Bot. Zentralbl., Bd. LXV, 1896. — Rittershausen P., Anat.-syst. Unters. v. B. u. A. d.

Es gibt Blüten ohne Perianth, solche mit einfachem, kelchartigem Perianth (am häufigsten), endlich solche mit Kelch und Korolle (besonders männliche Blüten). Die ♂ Blüten besitzen Staubgefäße in gleicher Zahl wie Perianthblätter oder mehr (bis viele) oder weniger; Vermehrung kommt manchmal durch Verzweigung zustande. Die ♀ Blüten enthalten in der Regel einen 3blättrigen, 3fächerigen Fruchtknoten mit je einer Samenanlage in jedem Fache. Seltener ist Vermehrung oder Verminderung der Fachzahl und das Auftreten von 2 Samenanlagen in jedem Fache. Narben zumeist 3 zweispaltige. Frucht meist eine in 3 Teile zerfallende Kapsel, seltener beeren- oder steinfruchtartig. Samen häufig mit Caruncula (Mikropylarwucherung).

Ähren-, rispen- oder knäuelförmige Infloreszenzen sind häufig. Verzweigte Infloreszenzen sind in der Regel in den Verzweigungen zymös. Blütenverteilung monözisch oder diözisch, im ersteren Falle sind die Infloreszenzen eingeschlechtig oder sie enthalten beide Geschlechter, dabei gewöhnlich ♀ Blüten in geringerer Zahl.

Merkwürdige Infloreszenzen, die den Eindruck von zwitterigen Einzelblüten machen und biologisch wie diese funktionieren (Pseudanthien), sind die „Cyathien" mehrerer Gattungen, besonders der *Euphorbia*-Arten: zahlreiche nur aus 1 Staubgefäß bestehende, perianthlose männliche Blüten stehen (in Wickeln) um eine perianthlose weibliche Zentralblüte; der ganze Blütenstand wird von einem aus Hochblättern gebildeten, meist 5blättrigen Involucrum umgeben, mit dessen Zipfeln 4 scheiben- oder wulstförmige Drüsen (Stipulardrüsen) alternieren. Die Blütenähnlichkeit dieser Cyathien wird häufig durch die korollinische Färbung der Involukralblätter oder der zunächststehenden Hochblätter erhöht.

Beweise für die Blütenstandnatur des Cyathiums: rudimentäre Perianthien bei einzelnen Formen (*Anthostema*, Abb. 407, Fig. 5), deutliche Abgliederung des Stieles der Staubblüten, Vorhandensein der (allerdings sehr reduzierten) Tragblätter der einzelnen Blüten usw.

Der Übertritt des Pollenschlauches in die Samenanlage wird vermittelt durch ein plazentares, nahe der Befestigungsstelle des Funiculus entspringendes Gewebe, den Obturator, das dem Nuzellarende sich anlegt und häufig das ganze Ende der Samenanlage kappenförmig bedeckt. Der Nucellus wächst auch häufig dem Obturator entgegen (Abb. 409). — Die Art der Bestäubung ist nur bei wenigen Formen genau untersucht. Windbestäubung kommt vor (z. B. *Mercurialis*, hier Ausstreuen des Pollens durch Abschleudern der männlichen Blüten[152]), häufiger jedoch ist Pollenübertragung durch Tiere, wobei oft Dipteren

Acalypheen. Dissert., Erlangen 1892. — Rothdauscher H., Über d. anat. Verh. v. B. u. A. d. Phyllantheen. Bot. Zentralbl., Bd. LXVIII, 1896. — Gaucher L., Rech. anatom. s. l. Euphorb. Ann. sc. nat., sér. VIII., XV., 1902. — Ferguson A. M., Crotons of the Unit. States. Rep. Missouri Bot. Gard., 1901. — Hegelmaier F., Zur Kenntn. d. Polyembr. v. *Euphorbia dulc.* Ber. d. deutsch. bot. Ges., XXI., 1903, S. 6. — Schweiger J., Beitr. z. Kenntn. d. Samenentw. d. Euphorbiaceen. Flora, 1905, S. 339. — Schmidt H., Üb. d. Entw. d. Blüten usw. v. *Euphorbia.* Beih. bot. Zentralbl., XXII., Abt. 1, 1907. — Krüger W., Über eingeschl. Fortpfl. usw. v. *Mercurialis.* Ber. d. deutsch. bot. Ges., Bd. XXVI*a*, 1908. — Strasburger E., Das weitere Schicks. isol. weibl. *Merc.* Zeitschr. f. Bot., I., 1909. — Modilewsky J., Zur Embryobild. v. *Euph. proc.*, Ber. d. d. bot. Ges., XXVII., 1909; Weitere Beitr. zur Embryobildg. d. Euph., a. a. O., XXVIII., 1910; Üb. anom. Embryosackentw. b. *E. pal.*, a. a. O., XXXIX., 1911. — Ridola F., Filogen. d. gen. *Euph.* Bull. Orto bot. Nap., II., 1909. — Pax F., *Euphorbiaceae* in Engler A., Das Pflanzenr., IV., 147, von 1910 ab z. T. unter Mitwirkung von Grüning G., Hoffmann K., Rosenthal K., Jablonsky E. — Dessiatoff N., Z. Entw. d. Embr. v. *E. virgata.* Ber. d. deutsch. bot. Ges., XXIX., 1911. — Arnoldius, Zur Embryolog. ein. Euph. Trav. mus. bot. Acad. imp. St. Pétersb., IX., 1912. — Weniger W., Devel. of embryosac etc. in *Euph.* Bot. Gaz., LXIII., 1917.

[152]) Wettstein R., Das Abschleud. d. männl. Bl. bei *M.* Ber. d. deutsch. bot. Ges., XXXIV., 1916.

eine Rolle spielen; Ornithogamie bei einigen *Euporbia*-Arten u. b. *Pedilanthus*[153]). — Viele Euphorbiaceen-Früchte schleudern die Samen aus. Nuzellarembryonenbildung und Polyembryonie bei *Coelebogyne ilicifolia*, Samenentwicklung ohne Befruchtung, sowie Polyembryonie bei *Euphorbia dulcis*, sechzehnkerniger Embryosack bei *E. procera* u. *E. palustris*. Die behauptete Samenentwicklung ohne Befruchtung von *Mercurialis* dürfte auf gelegentliches Auftreten ♂ Blüten auf ♀ Exemplaren, somit auf normale Befruchtung zurückzuführen sein.

Die Familie ist mit Ausnahme der polaren und Hochgebirgsregionen fast über die ganze Erde verbreitet, größte Artenzahl in den Tropen.

Unterfamilie: ***Crotonoideae.*** 1 Samenanlage in jedem Fache. Milchsaftröhren sehr häufig. — *A.* Blüten nicht in Cyathien; Staubfäden in der Knospe nach einwärts gebogen: *Croton.* Artenreiche Gattung wärmerer Gebiete, besonders Amerikas. Korollen in den ♂ Blüten häufig vorhanden, in den ♀ Blüten meist fehlend. *C. Eluteria* (Bahama-Inseln) liefert die offiz. Cascarillarinde, ebenso *C. Cascarilla. C. Tiglium* (tropisches Asien) liefert in den Samen („Purgierkörner") das offiz. Krotonöl, *C. laccifer* (tropisches Asien) infolge des Stiches einer Schildlaus Schellack; aus mehreren Arten wird ein roter harzartiger Körper, eine Art „Drachenblut", gewonnen; einzelne Teile vieler Arten werden in der Heimat als Heilmittel verwendet. — *B.* Blüten nicht in Cyathien; Staubfäden in der Knospe nicht nach einwärts gebogen: *Chrozophora*, krautig, *Ch. tinctoria* (Mittelmeergebiet) enthält einen blauen oder roten Farbstoff, „Tournesol", der technisch verwendet wird, u. a. zur Färbung holländischer Käsesorten. — *Mercurialis*, Bingelkraut, krautig, *M. annua* und *M. perennis* in Europa verbreitet. — *Mallotus*, Holzpflanzen der Tropen. *M. philippinensis* liefert Kamala, ein rotes Pulver (Drüsen auf der Kapselwand), das zum Färben dient, auch offizinell ist. — *Plukenetia*-Arten (tropisches Asien) liefern in den Blättern ein Gemüse und enthalten Kautschuk. — *Dalechampia Roezliana* (Mexiko) wird wegen des merkwürdigen Blütenstandes, unter dem zwei große, weiß oder rosenrot gefärbte Hochblätter (Schauapparat) stehen, häufig in Gewächshäusern kultiviert. — *Ricinus communis* in den Tropen baumförmig, in extratropischen Gebieten krautig, mit reich verzweigten Staubgefäßen (Abb. 407, Fig. 12) liefert in den Samen das medizinisch verwendete Rizinusöl (Oleum Ricini oder O. Castoris). Die Pflanze ist sehr formenreich und wird vielfach auch als Ornamentalpflanze kultiviert, in neuerer Zeit besonders die Form *R. zanzibarensis* (ob eigene Art?). — Ebenfalls medizinisch verwertbare Öle enthalten ferner die Samen von *Aleurites moluccana* (Tropen der Alten Welt), *Joannesia princeps* (Brasilien — „Frutta d'Arara"), *Jatropha Curcas* (tropisches Amerika) und *J. multifida* (trop. Amerika); durchwegs Bäume. —

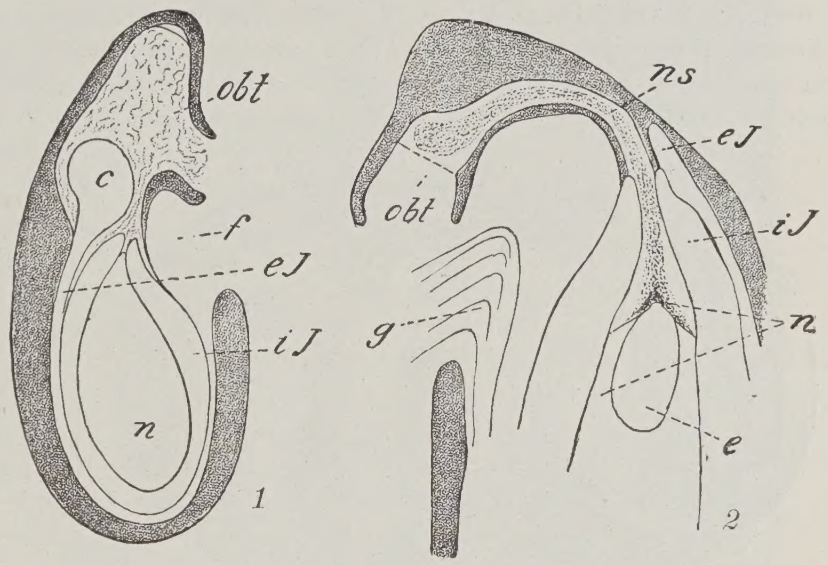


Abb. 409. Fig. 1. Samenanlage von *Euphorbia Myrsinites* mit Obturator *obt.* — Fig. 2. Samenanlage v. *Manihot palmata* mit Obturator *obt* und dem ihm entgegenwachsenden Nucellus *ns.* — *e J* = äußeres, *i J* = inneres Integument, *n* = Nucellus, *g* = Gefäßbündel, *e* = Embryosack, *f* = Funiculus, *c* Anlage der Caruncula. — Stark vergr. — Nach Schweiger.

[153]) Porsch O., Blütenstände als Vogelblumen. Öst. bot. Zeitschr., LXXII., 1923.

Speiseöl aus den Samen von *Ricinodendron* (trop. Afr.). — Zu den wichtigsten Kautschuk liefernden Bäumen gehören *Hevea*[154]) *guyanensis*, *H. brasiliensis* u. a. (Nordbrasilien und Guyana — „Para-Kautschuk") und *Manihot Glaziovii* (Südbrasilien — „Ceara-Kautschuk"), die darum auch in immer größerem Ausmaße kultiviert werden (Abb. 408). — Eine andere krautige Art der Gattung *Manihot*, *M. utilissima* (tropisches Amerika), gehört zu den wichtigsten mehlliefernden Kulturpflanzen der Tropen. Das Mehl (Kassave, Maniok, Mandioka) wird aus den großen Wurzelknollen gewonnen, welche frisch sehr giftig sind und daher geröstet werden müssen. Feineres Manihotmehl kommt als „Arrowroot von Brasilien" oder „Tapiocca" in den Handel. Die ebenfalls stärkereichen Knollen der *M. Aipi* (Brasilien) und *M. carthagenensis* sollen giftfrei sein. — *Codiaeum variegatum* (Sundainseln) wird in zahlreichen, meist buntblättrigen Formen als „Kroton" in Gärten kultiviert. — *Hippomane Mancinella*, „Manzinella" der Brasilianer, der „Mansinellenbaum", enthält stark giftigen Milchsaft, der zu Pfeilgift verwendet wird; auch heute noch erklären die Eingeborenen, daß schon der Aufenthalt unter dem Baume Vergiftungssymptome hervorruft. Stark giftige Milchsäfte enthalten auch *Sapium biglandulosum*[155]) (tropisches Amerika) und *Sebastiana*-Arten (tropisches Amerika); *Sapium sebiferum* (China, Japan, in den Trop. kultiv.) besitzt eine Fettschicht auf den Samen, die technisch verwendet wird. — *Hura crepitans* (tropisches Amerika), besitzt 5- bis 25fächerige Früchte, die mit starkem Geräusch zerspringen (Abb. 410). — *C.* Blüten in Cyathien. Hieher die artenreiche und polymorphe Gattung *Euphorbia*, Wolfsmilch. Die Sektion *Tithymalus* (auch als Gattungsname verwendet) umfaßt zahlreiche Kräuter oder Halbsträucher, von denen viele auch in außertropischen Gebieten (z. B. Europa) vorkommen. Die Sekt. *Euphorbium* enthält hauptsächlich sukkulente[156]) baum- oder strauchförmige Formen mit dicken, fleischigen, an den jüngeren Teilen grünen, meist blattlosen, häufig dornigen Stämmen, z. B. *E. canariensis* (Abb. 411), die baumförmigen *E. tetragona* (Südafrika) und *E. resinifera* (Nordwestafrika), deren eingetrockneter Milchsaft als „Euphorbium" (medizinische Verwendung) in den Handel kommt. Zur Sekt. *Poinsettia* gehört die wegen ihrer prächtig rot gefärbten Hochblätter viel kultivierte, krautige (in den Tropen auch baumförmige) *E. pulcherrima* (Zentralamerika). Viele *E.*-Arten finden lokale medizinische Verwendung, so z. B. *E. Lathyris* als Purgiermittel in manchen Teilen von Europa, andere (z. B. *E. hyberna*, *piscatoria*, *dendroides*) spielen als Fischgifte beim Fischfange eine Rolle. — Zygomorphe Cyathien bei *Pedilanthus* (trop. Am.).

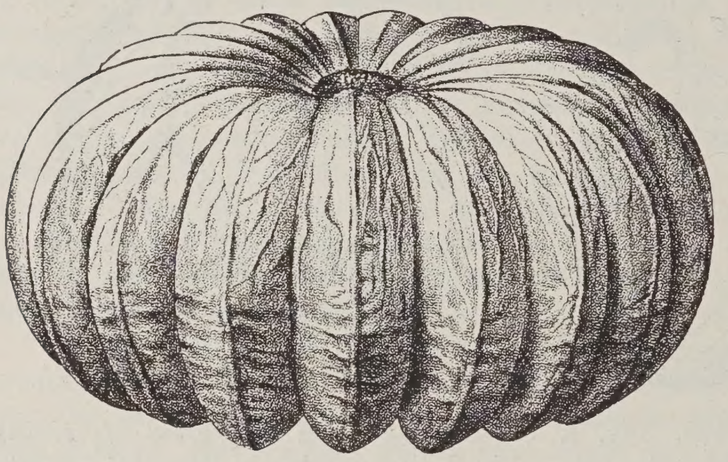


Abb. 410. Frucht von *Hura crepitans*, verkl. — Original.

Unterfamilie: **Phyllanthoideae.** Samenanlagen in jedem Fache 2. Keine Milchsaftröhren. — *Phyllanthus* mit zahlreichen Arten in den wärmeren Teilen beider Hemisphären. *Ph. speciosus* (tropisches Amerika) mit blütentragenden Phyllokladien häufig in Gewächshäusern, *Ph. Emblica* (Südostasien) wird wegen der Früchte mit genießbaren Samen (Myrobalanen) kultiviert. — *Toxicodendron capense* am Kap, mit giftigen Früchten. — *Andrachne* (z. B. *A. telephioides*, Mittelmeergebiet), *Thecacoris* und mehrere verwandte Gattungen mit kleinen Korollblättern.

[154]) Huber J., Ensaio d'uma Synopse das Especies do genere *Hevea*. Bol. d. Museu Goeldi, Vol. IV., S. 420, 1905.

[155]) Huber J., Rev. crit. des esp. d. g. *Sapium*. Bull. herb. Boiss., 2. sér., VI., 1906.

[156]) Wegen der zahlr. in Gewächshäusern kultiv. Arten vgl. Berger A., Sukkulente Euph. (Stuttgart 1907). — Jahandier E., L. Euph. cact. d. n.-o. de l'Afr., Rev. gen. Bot., 1921.

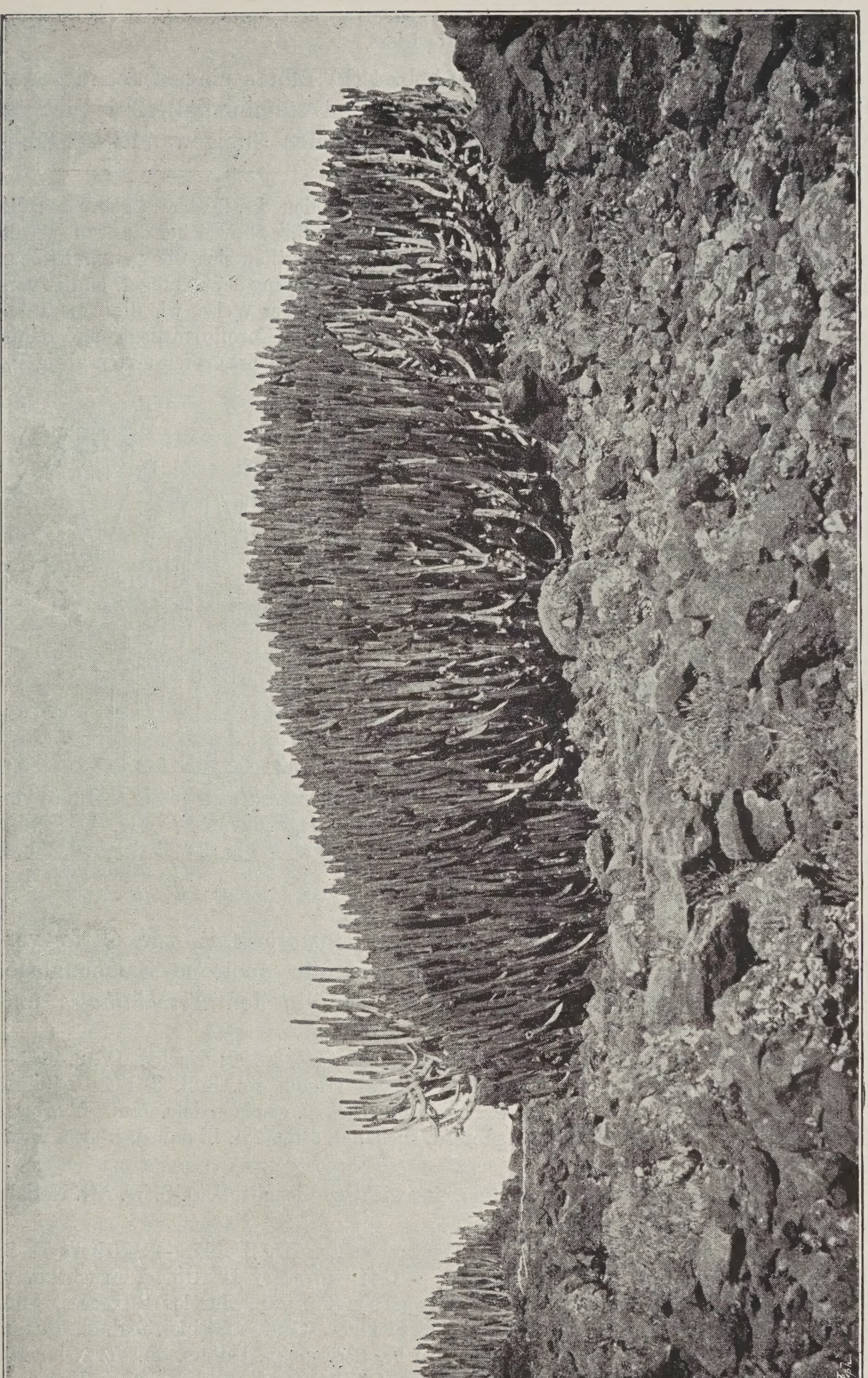


Abb. 411. *Euphorbia canariensis* auf den Lavafeldern des Pico de Teyde auf Teneriffa. — Nach einer Photographie von F. Simony.

Die Unterfamilien der ***Ricinocarpoideae*** (Australien) und ***Porantheroideae*** (Australien) sind durch sehr schmale Keimblätter charakterisiert.

2. Familie: ***Dichapetalaceae***[157]). (Abb. 412.) Blüten eingeschlechtig oder zwitterig. 5 Staubgefäße (alle fertil oder 2 bis 4 staminodial), frei oder zu einer Röhre verwachsen; zwischen ihnen Petalen (umgewandelte Staubgefäße?). 1 Integument.

Die Familie wurde schon an die verschiedensten Stellen des Systemes gebracht; die Einordnung hängt im wesentlichen von der Auffassung der Röhre ab, welcher die Staubgefäße und Petalen aufsitzen. Bei der hier vertretenen Auffassung reihen sich die *D.* unmittelbar den *Euphorbiaceae-Phyllanthoideae* an, bei denen auch Vereinigung der Staubgef. häufig vorkommt. Sie zeigen die Entstehung der Petalen in ganz analoger Weise, wie die Amarantaceen. Van Tieghem vertrat die Ansicht, daß eine sympetale Korolle vorliegt, und reihte die Familie den Convolvulaceen an. — *Dichapetalum* (Afr., Madeira). Viele Arten giftig[158]).

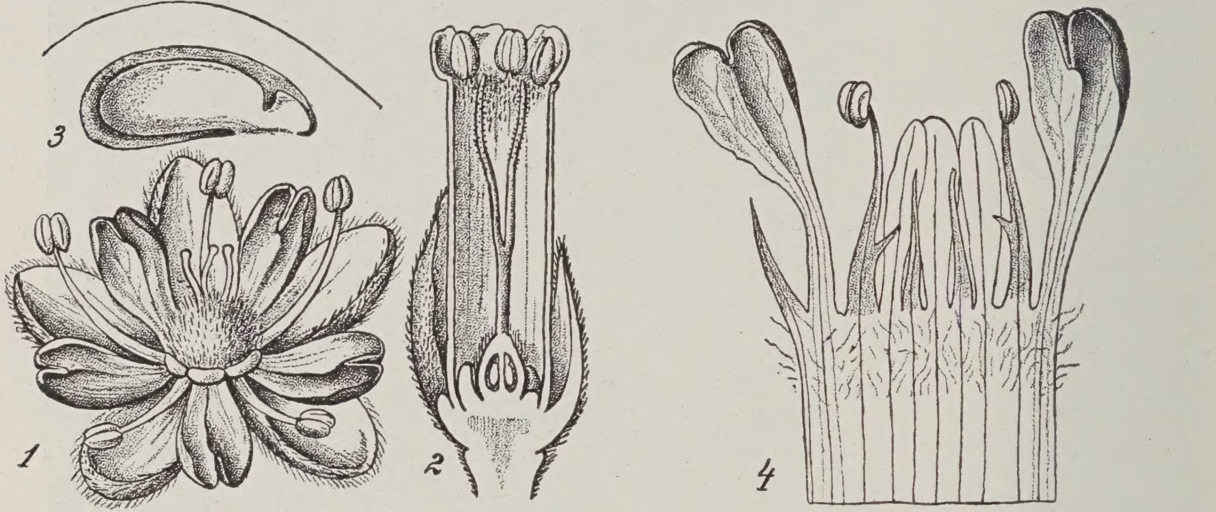


Abb. 412. *Dichapetalaceae.* — Fig. 1. Blüte von *Dichapetalum vestitum.* — Fig. 2. Blüte von *Stephanopodium Engleri*, durchschn. — Fig. 3. Samenanlage davon. — Fig. 4. *Tapura guyanensis*, ausgebreitete „Blumenkrone". — Alle Fig. vergr. — Fig. 1 u. 4 Original, 2 u. 3 nach Baillon.

3. Familie: ***Buxaceae***[159]). Von den *Euphorbiaceae* vor allem verschieden durch die fachspaltige Kapsel und die apotrope Samenanlage. Durch beide Merkmale nähert sich diese Familie den *Terebinthales* und

[157]) Engler A. in E. P., III. 4, S. 345, 1896; Nachtr. III, S. 190; Nachtr. IV, S. 164. — Barth F., Anat. comp. de l. tige et d. l. feuille des Trigon. etc. Bull. d. l'herb. Boiss., IV., 1896. — Tieghem Ph. v., Struct. d. l'ovule des *Dichap.* et place de c. fam. d. l. classific. Journ. d. Bot., XVII., 1903. — Engler A., Dichapet. afric. III. in Jahrb. f. syst. Bot., XLVI., 1912.

[158]) Vgl. Engler A., Üb. *D. venenatum*, eine wichtige Viehgiftpfl. D.-S. W. Afr. Notizb. bot. Gart. u. Mus. Berlin, 1911.

[159]) Pax F. in E. P., III. 5, S. 130, 1890; Nachtr. III, S. 195. — Köhne E. in Mitt. d. deutsch. dendrol. Ges., Nr. V, 1896. — Čelakovský L., Üb. d. Fruchtkn. v. *Pachysandra.* Öst. bot. Zeitschr., 1893. — Tieghem Ph. van, Sur les Buxacées, Ann. Sci. nat., sér. VIII., 5., 1897. — Montemartini L., Cont. alla biol. fogl. d. *Buxus*, Atti d. ist. bot. Pavia, IX., 1905. — Hoeffgen F., Sero-diagn. Unters. üb. Verw. innerh. d. Columnif.-Ast., Botan. Arch., I., 1922. — Samuelsson G., Stud. üb. d. Entw. d. Bl. einig. *Bicornes.* Sv. bot. Tidskr., VII., 1913.

Celastrales. Auch die sero-diagnostische Untersuchung bestätigt diese Zwischenstellung. Sie entspricht dem genetischen Zusammenhange zwischen den *Tricoccae* und den beiden genannten Reihen. Die eingeschlechtigen apetalen Blüten lassen die Anreihung an die *Tricoccae* zweckmäßig erscheinen.

Buxus sempervirens, der Buchsbaum, ein im atlantischen Europa und Mittelmeergebiete einheimischer giftiger Strauch oder kleiner Baum mit immergrünen Blättern, wird häufig in mehreren Formen in Gärten kultiviert. Geschätztes Schnitzholz. — *Pachysandra* (eine Art in Nordamerika, eine in Japan).

4. Familie: ***Callitrichaceae***[160]). (Abb. 413, Fig. 1—4.) Zarte, krautige Pflanzen, häufig Wasser- oder Sumpfpflanzen. Blätter gegenständig. Blüten vollständig perianthlos, mit 2 Vorblättern, eingeschlechtig; ♂ Blüten mit 1 Staubgefäß, ♀ mit einem 2blättrigen Fruchtknoten mit 4 Samenanlagen. 1 Integument. Frucht in 4 Nüßchen zerfallend.

Die systematische Stellung der Familie ist, wohl infolge weitgehender Reduktion der Blüten, durchaus unsicher. Einige Merkmale nähern sie den Euphorbiaceen. Jörgensen hat in jüngster Zeit auf Eigentümlichkeiten der Samenanlage (1 Integument, Reduktion des Nucellus, Endospermhaustorium) aufmerksam gemacht, welche die *C.* den Sympetalen nähert, ohne allerdings einen engeren Anschluß an eine der dortigen Familien zu finden.

Callitriche, Wasserstern. *C. verna* und *C. autumnalis* weit verbreitet.

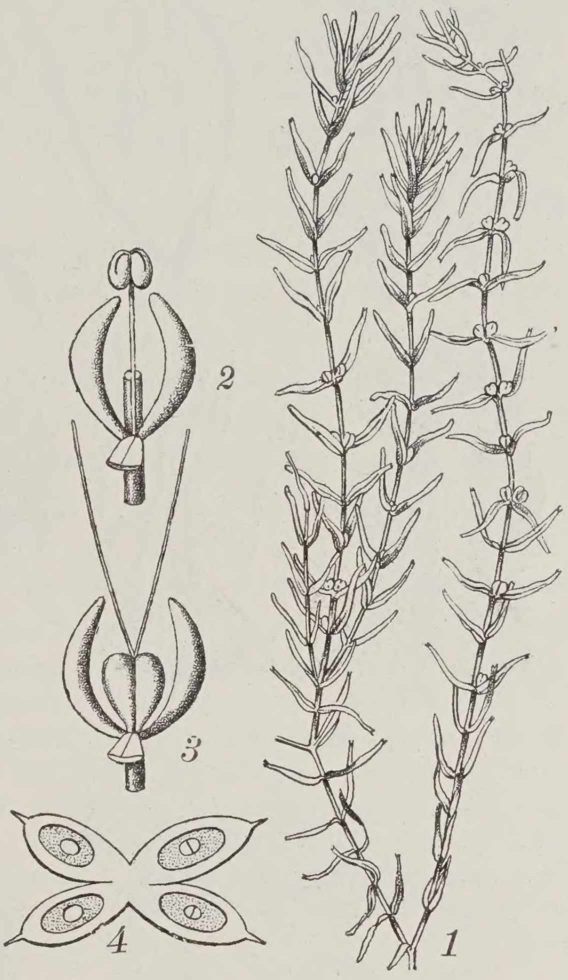


Abb. 413. *Callitrichaceae.* — Fig. 1. *Callitriche autumnalis.* — Fig. 2 ♂, Fig. 3 ♀ Blüte von *C. verna.* — Fig. 4. Querschn. d. d. Frucht von *C. autumnalis.* — Fig. 1 nat. Gr.; Fig. 2—4 vergr. — Fig. 1 nach Reichenbach, 2—4 nach Pax.

17. Reihe. *Hamamelidales.*

Holzpflanzen. Blätter (mit wenig Ausnahmen) mit Nebenblättern. Blüten perianthlos, mit einfachem oder mit doppeltem Perianthium, eingeschlechtig oder zwitterig. Fruchtknotenblätter in jeder Blüte meist 2, seltener 1 oder mehr als 2, apokarp oder synkarp, in jedem Fache mit 1 bis ∞ hängenden Samenanlagen.

Daß die *Hamamelidales* in bezug auf ihre Organisationshöhe sich den übrigen Monochlamydeen anschließen, insbesondere den hier als Übergangsformen zu den Dialy-

[160]) Pax F. in E. P., III. 5, S. 120, 1890. — Jörgensen C. A., Stud. on Callitrich., Bot. Tidskr., 38. Bd., 1923.

Abb. 414. *Platanaceae* (Fig. 1—5) u. *Hamamelidaceae* (Fig. 6—12). — Fig. 1—5. *Platanus orientalis.* Fig. 1 blühender Zweig; Fig. 2 Fruchtstand; Fig. 3 u. 4 Staubgefäße; Fig. 5 ♀ Bl. ohne Kelch. — Fig. 6. *Rhodoleia Championi*, ganze Infloreszenz, *h* Hüllblätter. — Fig. 7. *Parrotia persica*, ganze Infloreszenz. — Fig. 8. Einzelblüte davon. — Fig. 9. Stück der ♂ Infloreszenz von *Liquidambar orientalis.* — Fig. 10. ♀ Infloreszenz davon im Längsschnitt. — Fig. 11. Blüte v. *Hamamelis virginiana.* — Fig. 12. Nebenblätter von *Bucklandia populnea.* — Fig. 2, 6, 7, 12 nat. Gr., 1 verkl., 3—5, 8—11 vergr. — Fig. 1—5 Original, 6, 7, 8, 12 nach Bot. Mag., 9—11 nach Baillon.

petaleen aufgeführten, ist zweifellos. Anderseits sind vielfach mit Recht Beziehungen zu den *Polycarpicae* einerseits, zu den *Rosales* anderseits hervorgehoben worden. Eine direkte Ein-

reihung der *H.* unter diese Reihen hat den Übelstand zur Folge, daß sie in diese im allgemeinen gut geschlossenen Reihen ein recht fremdartiges Element einfügt[161]). Ich halte es daher nach wie vor für das zweckmäßigste, die Reihe hieher zu stellen unter Betonung des Umstandes, daß diese Einreihung nach der Organisationshöhe erfolgt und daß sie Beziehungen zu den *Rosales* und *Polycarpicae* aufweist. Diese Stellung entspricht der Anschauung, daß die *H.* etwa den Typus darstellen, von dem *Polycarpicae* und *Rosales* abzuleiten sind.

Die sero-diagnostische Methode[162]), von welcher eine Klarstellung erhofft werden konnte, hat kein unzweideutiges Ergebnis geliefert. Hamamelidaceen-Serum hat positiv reagiert mit *Rosales* und mit Formen, die mit diesen in Verbindung gebracht werden können, aber ebenso mit *Coriaria, Rubiaceae, Valeriana* u. a. Anderseits hat *H.* -Extrakt negative Reaktion mit *Rosales* gegeben. Dem Charakter der *Hamamelidales* als eines sehr alten Typus entspricht es, daß die heute lebenden Formen vielfach stark voneinander abweichen, so daß selbst eine noch weitergehende Teilung in Familien gerechtfertigt werden könnte.

1. Familie: ***Hamamelidaceae***[163]). (Abb. 414, Fig. 6 bis 12.) Blüten oft unansehnlich und in dichten Infloreszenzen von sehr verschiedenem Baue. Vollkommen perianthlose Blüten bei *Liquidambar* (Fig. 9 und 10) und *Altingia*, einfaches, kelchartiges Perianthium bei *Distylium, Parrotia* (Fig. 8) u. a., Blumenkronen (die vermutlich aus Staubgefäßen hervorgegangen sind) bei *Corylopsis, Hamamelis* (Fig. 11) u. a. Blütenähnliche Infloreszenzen bei *Rhodoleia* (Fig. 6). Zahl der Blütenteile wechselnd, häufig liegen den Zahlenverhältnissen die Zahlen 4 und 5 zugrunde. Fruchtknoten 2fächerig, jedes Fach 1- bis vielsamig. Kapseln.

Bestäubungsvorgang sehr unvollständig bekannt, manche Formen sind wohl anemogam, andere sicher entomogam, einzelne *(Rhodoleia)* ornithogam.

Holzpflanzen subtropischer und extratropischer Gebiete, besonders in Asien, im atlantischen Nordamerika und in Südafrika. Einzelne Arten für gewisse Gebiete recht bezeichnend, so *Altingia excelsa*, der „Rasamala"-Baum, für Java, *Bucklandia* für Bergwälder in Ostindien. In europäischen Gärten häufiger kultiviert: *Liquidambar styraciflua* (Nordamerika), *L. orientalis* (Kleinasien), *Corylopsis pauciflora* (Japan), *Fothergilla alnifolia* (Nordamerika), *Hamamelis virginiana* („witch hazel", Nordamerika). — *Liquidambar-* und *Altingia*-Arten liefern „Storax"-Harz und Werkholz, *Bucklandia populnea* Schnittholz, *Parrotia persica* das rosenrote „transkaukasische Eisenholz", — *Rhodoleia Championi* (Hongkong) mit Infloreszenzen, welche den Blüten der Kamellie ähneln, verdiente häufiger als Zierpflanze kultiviert zu werden.

Mit den *Hamamelidaceae* sind wahrscheinlich verwandt die (2.) ***Cercidiphyllaceae*** (*Cercidiphyllum japonicum* in Japan; japanisch „Katsura"; in Europa kultiviert), die

[161]) Einzelne Merkmale, welche bei dieser Einfügung eine Rolle spielten, wie z. B. das Vorkommen von Phlorogluzin, haben sich übrigens als gegenstandslos erwiesen; vgl. Waage Th. in Ber. d. deutsch. bot. Ges., VIII., 1890.

[162]) Kohz K., Sero-diagn. Unters. üb. d. Verw. innerhalb des *Rosales*-Astes. Arch. f. Bot., III., 1. Heft, 1923.

[163]) Niedenzu F. in E. P., III. 2 *a*, S. 115, 1891; Nachtr. III, S. 142; Nachtr. IV, S. 111. — Solereder H. in Ber. d. deutsch. botan. Ges., XVII., S. 387, 1889. — Tieghem Ph. v. in Journ. de Bot., XIV., S. 262, 1900. — Hallier H., Über den Umfang, die Gliederung u. Verwandtsch. d. Ham., Beih. z. bot. Zentralbl., XIV., Heft 2, S. 247, 1903; die Gattung *Daphniphyllum* usw., Bot. Mag. Tokyo, XVIII., 1904. — Shoemaker D. N., On the developm. of *Hamamelis virg.* Bot. Gaz., XXXIX., 1905. — Harms H., Über d. Blütenverh. usw. d. Gattg. *Cercidiphyllum*. Ber. d. deutsch. bot. Ges., XXXIV., 1916. — Horne A. S., A Contrib. to the study of the flow. etc., Transact. Linn. Soc. London, 2. Ser., Vol. VIII., 1914.

(3.) **Eupt*elaeaceae*** (*Euptelaea* mit 5 Arten in Ostasien) und die (4.) ***Eucommiaceae*** (*Eucommia* in China). Über die in manchen Merkmalen den *Hamamelidaceae* nahestehenden *Leitneriaceae* vgl. das S. 548 Gesagte.

5. Familie: ***Platanaceae***[164]). (Abb. 414, Fig. 1—5 und Abb. 415.) Blüten in kugelförmigen Infloreszenzen, eingeschlechtig, mit doppeltem Perianth, dessen Wirtel 3- bis 6-(meist 4-)gliedrig sind. ♂ Blüten mit 3 bis 8 Staubgefäßen, ♀ mit ebenso vielen Fruchtknoten; diese einblättrig, frei, mit 1 bis 2 hängenden Samenanlagen. Frucht eine Nuß. Monözische Bäume mit 3- bis 7lappigen Blättern und stengelumfassenden Nebenblättern. Anemogam.

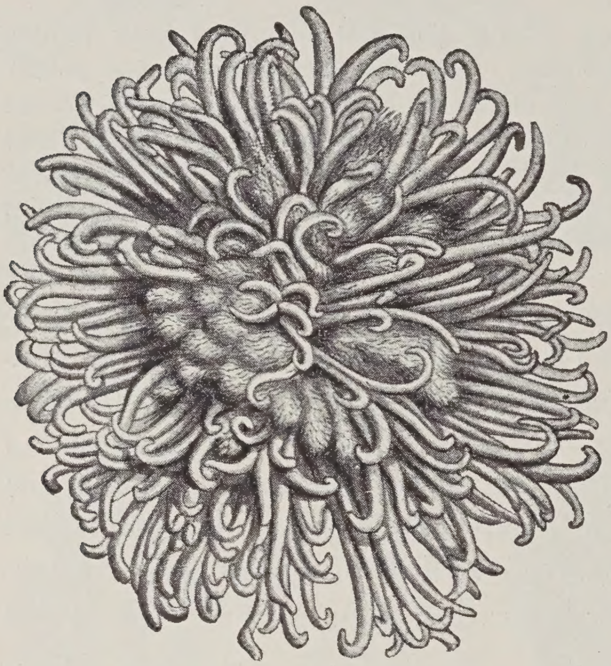


Abb. 415. Weibliche Infloreszenz von *Platanus orientalis*. — Vergr. — Original.

Platanus. Sechs Arten in extratropischen Gebieten, davon 2 auch sehr häufig kultiviert, besonders *P. orientalis* (Orient), weniger häufig *P. occidentalis* (atlantisches und zentrales Nordamerika), beide mit zahlreichen Formen und Hybriden. Berühmte alte Plantanen u. a. in Cannosa in Dalmatien; fossile Arten von der Kreide aufwärts.

Unsicher ist die Stellung der Familie der ***Myrothamnaceae*** (*Myrothamnus*, Afrika, Madagaskar) unter den *Hamamelidales*.

B. *Dialypetaleae.*[1])

Charakteristik S. 539.

18. Reihe. *Polycarpicae.*

Einfache Blütenhüllen kommen noch vor (selten), Perianthium zumeist entweder aus ± zahlreichen blumenblattartigen Blättern oder aus Kelch und Korolle bestehend. Im letzteren Falle die Kelchblätter entweder aus Hochblättern hervorgegangen oder das ursprünglich einfache

---

[164]) Niedenzu F. in E. P., III. 2*a*, S. 137, 1891; Nachtr. III, S. 142. — Jaennicke Fr. in Nov. Act. Leop. Carol. Acad., Bd. 77, S. 115, 1899. — Usteri A., Beitr. z. Kenntn. d. Pl. in Mem. Herb. Boiss., 1900, S. 53. — C. K. Schneider, Illustr. Handb. d. Laubholzkunde, S. 435, 1905. — Nicoloff Th., L'ovule et le sac. embr. d. *Pl.* C. R. Paris, 1912.

[1]) Von O. Kuntze (T. v. Post u. O. Kuntze, Lexicon gen., S. 632) wurden diesem Namen aus Prioritätsgründen die Namen *Polypetalae* Oeder, 1764, em. Juss., 1789, ferner *Thalamiflorae* und *Calyciflorae* DC., 1818, vorangestellt. Von dem Oederschen Namen gilt das S. 540 Gesagte; Jussieu gebrauchte den Namen nicht als Bezeichnung für eine systematische Einheit, sondern adjektivisch zur Charakteristik mehrerer Klassen; so kommt der Name bei seiner XII., XIII., u. XIV. Klasse vor. Von den De Candolleschen Namen bezeichnet der ersterwähnte nur einen Teil der *Dialypetaleae* („stamina thalamo inserta"), der zweiterwähnte umfaßt Dialypetalen und Sympetalen. Der älteste unzweifelhafte Name ist *Dialypetaleae* Endl., 1839.

Perianthium darstellend und dann die Korollblätter aus Staubgefäßen hervorgegangen. Stellung der Perianthblätter schraubig oder zyklisch, bei zyklischer Anordnung oft mehr als 2 Wirtel. Staubgefäße häufig zahlreich. Fruchtknotenblätter viele bis 1; wenn in Mehrzahl vorhanden häufig frei, seltener vereinigt. Gynöceum oberständig oder (bei abgeleiteten Formen) in die hohle Blütenachse ± eingesenkt oder unterständig.

Die Blüten sind, wie bei allen folgenden Reihen der Dialypetalen, in der Regel zwitterig; Eingeschlechtigkeit erscheint als Merkmal abgeleiteter Formen. Ebenso herrscht Zoogamie vor, während Anemogamie ein Merkmal abgeleiteter Typen ist. Plazentation mit allen Übergängen von der Stellung der einzigen Samenanlage in der Achsel des Karpids bis zur typisch marginalen Plazentation.

Die Reihe der *Polycarpicae* ist eine sehr natürliche und umfaßt Familien, die wohl zweifellos entwicklungsgeschichtlich zusammengehören. Auch sero-diagnostische Untersuchungen haben die Zusammengehörigkeit der meisten Familien klar ergeben[2]). Der morphologische Abstand der extremsten Formen von den ursprünglichsten ist ein sehr großer, daher die scharfe Charakteristik der Reihe schwierig (ein Kennzeichen aller phylogenetisch klaren Gruppen!). Die systematische Stellung der *Polycarpicae* ist eine sehr wichtige. Sie knüpfen an Gruppen der *Monochlamydeae* an, speziell an die Reihe der *Hamamelidales*, anderseits leiten sie zu anderen Gruppen der *Dialypetaleae* hinüber, wie zu den *Rhoeadales*, *Rosales*, *Guttiferales* und *Parietales*. Auch finden sich unter den *Polycarpicae* jene Formen, an die sich die *Monocotyledones* anknüpfen lassen (vgl. S. 517).

Innerhalb der *Polycarpicae* lassen sich zwei Gruppen unschwer unterscheiden, eine Gruppe mit Sekretzellen in den parenchymatischen Geweben der Blätter und Stämme (*Magnoliaceae* — *Menispermaceae*), eine zweite ohne solche (*Lardizabalaceae* — *Nymphaeaceae*); in der ersteren herrschen Holzpflanzen vor, in der letzteren krautige Formen. Die hier gewählte Reihenfolge der Familien ist keine genetische; die genetischen Beziehungen lassen sich nicht durch eine lineare Anordnung ausdrücken.

1. Familie: ***Magnoliaceae***[3]). (Abb. 416.) Holzpflanzen mit einfachen, wechselständigen Blättern, diese oft mit nebenblattartigen Bildungen. Blüten zwitterig oder eingeschlechtig. Perianthblätter wirtelig oder schraubig angeordnet, in wechselnder, oft großer Zahl und korollinisch. Die äußersten Blätter manchmal kelchartig, anderseits entstehen kelchartige Bildungen durch Hinaufrücken von Hochblättern. Staubgefäße zahlreich. Fruchtknoten oberständig, meist zahlreich, schraubig oder zyklisch angeordnet, frei, seltener miteinander verwachsen, Samenanlagen einzeln oder

---

[2]) Mez K. u. Gohlke K., Physiol.-syst. Unters. üb. d. Verw. d. Angiosp. Beitr. z. Biol. d. Pfl., XII., 1914. — Mez K. u. Lange L., Sero-diagn. Unters. üb. Verw. innerh. d. *Ranales*. A. a. O. — Lange L., Sero-diagn. Unters. üb. Verw. innerh. d. *Ranales*. Dissert. Königsberg, 1913.

[3]) Prantl K. in E. P., III. 2., S. 12, 1891; Nachtr. III, S. 108. — Groppler R., Vergleichende Anatomie d. Holzes d. *Magnol.* Bibliotheca bot., Heft 31, 1894. — Berry E. W., Notes on the phylog. of *Liriodendron*. Bot. Gaz., XXXIV., 1902. — Tieghem Ph. v., Sur les Dicotyléd. du groupe des Homoxylées. Journ. de Botan., XIV., 1900. — Strasburger E., Die Samenanlagen von *Drimys Winteri* und die Endospermbildung bei Angiospermen. Flora, 95. Bd., 1905. — Maneval W. E., The developm. of *Magn.* and *Liriod.* etc. Bot. Gaz., LVII., 1914. — Bailey J. W. and Thompson W. P., Addition. notes upon the angiosp. *Tetracentron* etc. Ann. of Bot., XXXII., 1918. — Groom P., The wood of *Tetrac.* etc., l. c., XXXIII., 1919.

zu mehreren marginal. Früchte Kapseln, Schließfrüchte oder Beeren, insbesondere in den ersteren Fällen zu Sammelfrüchten vereinigt. Samen mit nicht faltigem Endosperm.

Abb. 416. *Magnoliaceae.* — Fig. 1. Blüte von *Magnolia Precia.* — Fig. 2. Gynöceum davon, längs durchschnitten. — Fig. 3. Sammelfrucht von *M. grandiflora.* — Fig. 4. Sammelfrucht von *Liriodendron Tulipifera.* — Fig. 5. Einzelne Frucht davon im Längsschnitt. — Fig. 6. Bl. von *Schizandra coccinea.* — Fig. 7. Sammelfrucht von *Illicium verum.* — Fig. 1, 3, 4, 7 nat. Gr., 2, 5, 6 vergr. — Fig. 1—5, 7 Original, 6 nach Baillon.

In den Tropen der Alten (exkl. Afrika) und Neuen Welt und in nördlich extratropischen Gebieten; die Gattung *Drimys* in ganz Südamerika, ferner in Australien und Polynesien.

A. Blätter mit Nebenblättern, welche meist als Knospenschutz fungieren. *Magnolia* (Süd- und Ostasien, Nordamerika). Mehrere Arten werden des schönen Laubes und der

Blüten halber viel als Zierpflanzen gezogen, so *M. Precia* (= *M. Yulan* — China), *M. virginiana* (= *M. glauca* — Nordamerika), *M. macrophylla* (Nordamerika) u. a. Viele Hybriden. Werkholz. *M. hypoleuca* (Japan, China) liefert geschätzte Zeichenkohle. — *Liriodendron Tulipifera* (Alleghanies) in extratropischen Gebieten als Zierbaum, „Tulpenbaum", viel gezogen, liefert vielseitig verwendetes Nutzholz („Yellow Poplar", „White wood", „Tulipwood"). — *B.* Keine Nebenblätter: *Illicium verum* (Tonkin, Yünnan) liefert den medizinisch (als „Fructus Anisi stellati", „Badian") und zur Likörfabrikation („Anisette") verwendeten Sternanis (Früchte). Leicht verwechselt wird damit *I. religiosum* (China, Japan, kultiviert), dessen Früchte giftig sind. — *Drimys Winteri* (Südamerika), deren Rinde in Südamerika allgemein medizinisch verwendet wird („Magelhanischer Zimt"), ist bemerkenswert durch das Fehlen der Holzgefäße. Tüpfeltracheiden wie bei den Koniferen. Ebensolchen Holzbau besitzt *Tetracentron* (China), ferner *Trochodendron* (Japan), das auch als Repräsentant einer eigenen, sich hier anschließenden Familie der (2.) **Trochodendraceae**[4]) aufgefaßt werden kann (Fruchtknoten zum Teil miteinander verwachsen und ebenso Staubgefäße mit diesen, Perianth fehlt).

In den Verwandtschaftskreis dieser und der nächsten Familien gehören:

Die (3.) Familie der **Lactoridaceae** (1 Art: *Lactoris fernandeziana*, Ins. Juan Fernandez), die sich von den *Magnoliaceae* durch die einfache 3blättrige Blütenhülle, 6 Staubgefäße usw. unterscheidet; die (4.) Familie der **Himantandraceae** (2 Arten: Ostaustral., Molukk., Papuas.) und die (5.) Familie der **Eupomatiaceae** (Neuguinea, Ostaustral.), die beiden letzten mit perianthlosen Blüten.

6. Familie: **Anonaceae**[5]). (Abb. 417.) Holzpflanzen mit ungeteilten nebenblattlosen Blättern und zwitterigen, seltener eingeschlechtigen Blüten. Perianth nur selten fehlend, meist aus 1 bis 3 dreizähligen Wirteln gebildet, deren äußere oft kelchartig sind. Kelchähnliche Hochblätter hie und da vorhanden. Staubgefäße 6 bis viele. Fruchtknoten oberständig, nur selten in der ausgehöhlten Blütenachse eingeschlossen, in der Zahl sehr wechselnd, 1 bis viele, vollkommen frei oder (selten) vereint. Früchte Balgkapseln, Schließfrüchte oder Beeren, in den beiden letzteren Fällen oft zu Sammelfrüchten zusammenschließend oder in fleischige Gewebe, an deren Bildung die Blütenachse beteiligt ist, eingebettet. Samen mit zerklüftetem Endosperm, manchmal mit Arillus. Autogamie scheint häufig zu sein.

Zahlenverhältnisse der Blüten, Pollenentwicklung, Vorblattstellung wie bei den Monocotyledonen!

Verbreitet in der Tropenzone der ganzen Erde. Artenreiche Gattungen *Uvaria* (Tropen der Alten Welt), *Guatteria* (Amerika), *Polyalthia* (Tropen der Alten Welt), *Xylopia* (alt-

---

[4]) Tieghem Ph. v., Sur le genre *Trochod.* et la famille des *Tr.* Journ. de bot., XIV., 1900, p. 262. — Wagner R., Beitr. z. Kenntn. d. Gttg. *T.* Annal. d. Hofmus. Wien, XVIII., 1903, S. 409. — Hallier H., Über den Umfang usw. der Hamamelidaceen. Beih. z. bot. Zentralbl., XIV., 1903, S. 247. — Harms H. in E. P., Nachtr. III, S. 110, 1906.

[5]) Prantl K. in E. P., III. 2, S. 23, 1891; Nachtr. III, S. 112; Nachtr. IV, S. 89. — Engler A. u. Diels L., Monogr. Afrik. Famil. u. Gattg., VI., 1901. — Hallier H., Über *Hornschuchia* u. *Mosenodendron*, sowie üb. einige Verwandtschaftsber. der Anon. Beih. z. bot. Zentralbl., XIII., 1903, S. 361. — Beyer H., Beitr. z. Anat. d. Anonac. Bot. Jahrb. f. Syst. etc., XXXI., 1902, S. 516. — Nicolosi-Roncati F., Svil. dell' ovul. e del seme nella *Anona cheirimolia.* Atti Ac. Sc. Nat. Catania, 1904; La formaz. d. endosp. nell' *Anona.* Att. Ac. Sc. nat. Catania, 1905. — Samuelsson G., Üb. d. Pollenentw. v. *Anona* u. *Aristolochia* usw. Sv. bot. Tidskr., VIII., 1914. — Fries R. E., Stud. üb. d. Blütenstandverh. d. *An.* Act. hort. Berg., VI., 1919; Ein unbeacht. geblieb. Monoc.-Merkm. d. Polyc. Ber. d. deutsch. bot. Ges., 1911. — Hutchinson J., Contrib. tow. a phyl. class. Kew. Bull., 1923.

und neuweltlich), *Anona* (tropisch. Amerika). — Viele Nutzpflanzen, die auch außerhalb der Heimat kultiviert werden: genießbare Früchte liefern *Anona squamosa* („Caneel Appel", „Sugar Appel"), *A. reticulata, A. Cherimolia* und andere *Anona*-Arten, *Uvaria*-Arten; Gewürze werden gewonnen von *Xylopia aethiopica* und *X. aromatica* („Meleguetta-Pfeffer",

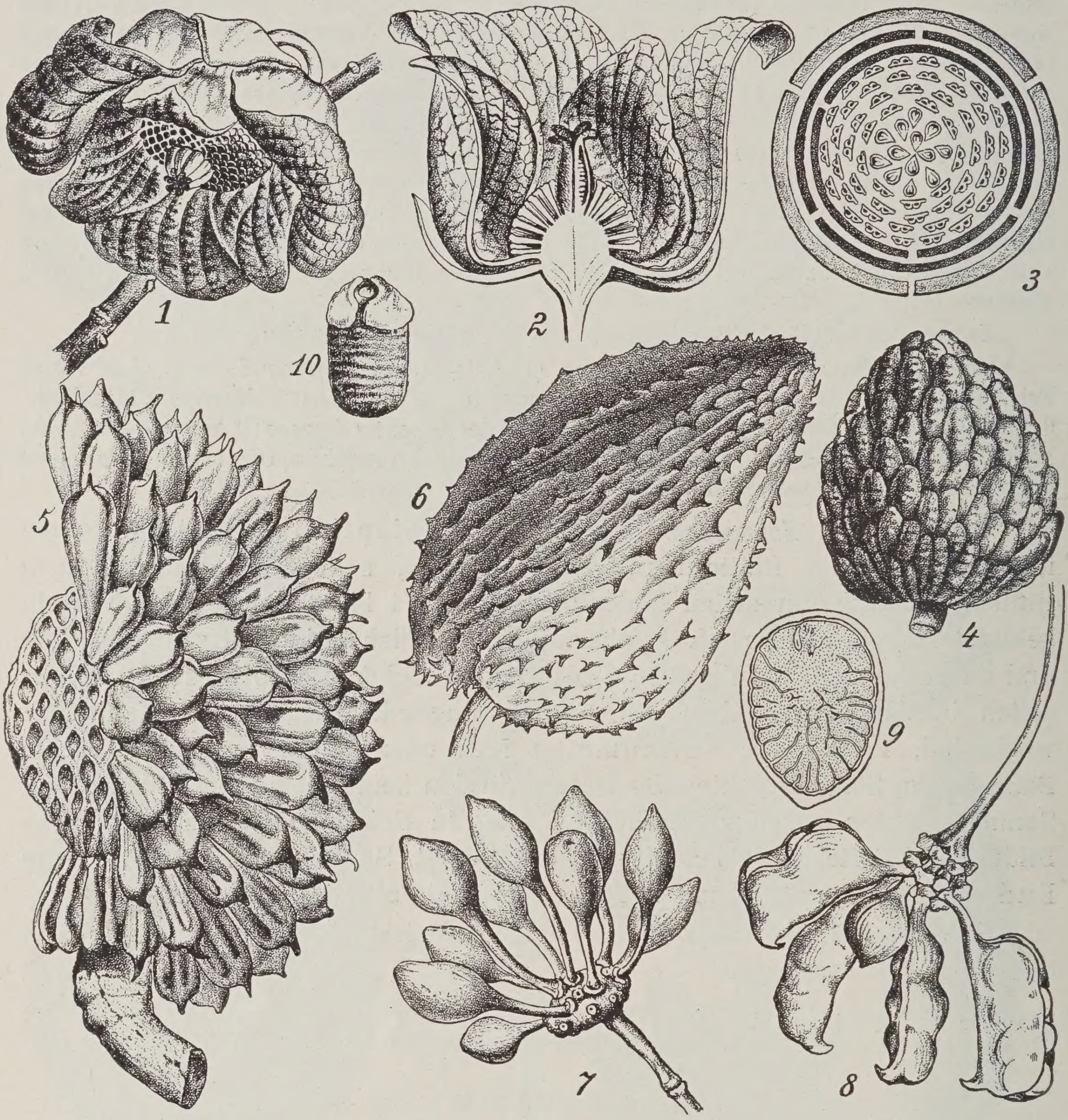


Abb. 417. *Anonaceae.* — Fig. 1 u. 2. Blüte v. *Asimina triloba.* — Fig. 3. Diagramm der Bl. v. *Fitzgeraldia odorata.* — Fig. 4. Frucht v. *Anona squamosa.* — Fig. 5. Frucht v. *Duguetia Spixiana.* — Fig. 6. Frucht v. *Anona muricata.* — Fig. 7. Frucht v. *Cananga Pohliana.* — Fig. 8. Frucht v. *Cymbopetalum brasiliense.* — Fig. 9. Samen v. *Asimina triloba* durchschn. — Fig. 10. Samen v. *Xylopia grandiflora* mit Arillus. — Fig. 1—4, 9 u. 10 nach Baillon, Fig. 5, 7, 8 nach Eichler, Fig. 6 nach van Nooten.

„Mohrenpfeffer"), *Monodora Myristica* (Westafrika); Ylang-Ylangöl oder Macassaröl (Parfum) wird aus den Blüten von *Cananga odorata* (Ostindien) dargestellt; mehrere *Anona*- und *Xylopia*-Arten liefern Textilfasern, viele Anonaceen Werkholz. — Mehrere Anonaceen sind durch kauliflore Blüten ausgezeichnet (*Sageraea cauliflora* [Sumatra], *Polyalthia lateriflora* [Borneo]); *Anona rhizantha* (Brasilien) bringt die Früchte unter der Erde zur Reife.

7. Familie: **Myristicaceae**[6]. (Abb. 418.) Von den Anonaceen verschieden durch eingeschlechtige, diözische Blüten mit 3lappigem Perianth, mit Staubgefäßen, deren Filamente zu einer Röhre verwachsen sind. Frucht eine einsamige, fleischige, an Rücken und Bauchnaht aufspringende Kapsel. Samen mit großem gelapptem Arillus und zerklüftetem Endosperm.

Verwandtschaft mit den Anonaceen trotz stark abweichenden Blütenbaues zweifellos.

Myristica mit gegen 100 Arten in den Tropen. *M. fragrans* (Molukken, in den Tropen vielfach kultiviert) liefert die ölreichen „Muskatnüsse" (Endosperm und Embryo) und die im frischen Zustand rote, getrocknet gelbe „Muskatblüte" oder „Macis" (Arillus). Auch

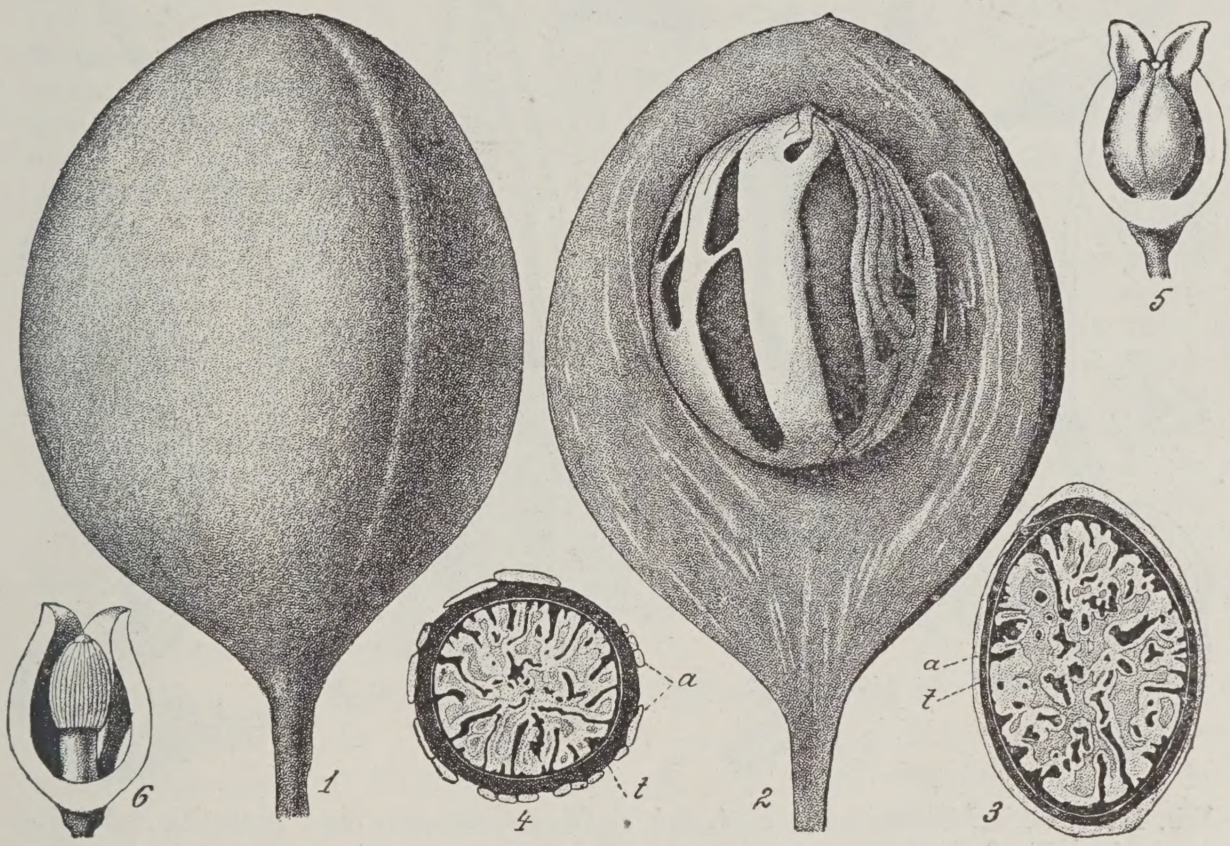


Abb. 418. *Myristicaceae.* — *Myristica fragrans.* Fig. 1 Frucht; Fig. 2 dieselbe geöffnet; Fig. 3 Samen längs, Fig. 4 quer durchschnitten, *a* = Arillus, *t* = Samenschale; Fig. 5 ♀, Fig. 6 ♂ Bl., beide durchschnitten. — Fig. 1—4 nat. Gr., 5 u. 6 vergr. — Original.

andere Arten liefern, wenn auch in geringerem Ausmaß, ähnlich verwendete Samen und Samenmäntel, z. B. *M. sebifera* (Guiana) das „Virolafett", *M. Bicuhyba* (Brasil.) das „Bicuhybafett", *M. argentea* (Kaiser-Wilhelm-Land), *M. succedanea* u. a. — *Knema, Horsfieldia.*

Hier schließt sich wahrscheinlich die kleine (8.) Familie der **Canellaceae**[7] (= *Winteranaceae*) an. „Weißer Zimt" oder „Weißer Kaneel" von *Canella alba* (= *Winterana Canella*) (Zentralam.). Eugenol in der Rinde, wie bei den benachbarten Familien.

---

[6]) Prantl K. in E. P., III. 2, S. 40, 1891; Nachtr. III, S. 121. — Warburg O., Monographie der Myristicaceen. Nova Acta Leop. Carol. Acad., LXVIII. Bd.; Die Muskatnuß usw. Leipzig, 1897. — Janse J. M., Les noix Muscades doubles. Ann. Jard. bot. Buitenz., XIX., 1904.

[7]) Van Tieghem Ph., Sur les Canellacées. Journ. de Bot., XIII., 1899.

9. Familie: ***Aristolochiaceae***[8]). (Abb. 419.) Kräuter oder Holzpflanzen, sehr häufig windend mit einfachen, nebenblattlosen Blättern. Blüten zwitterig, aktinomorph oder zygomorph. Perianth einfach, blumenblattartig oder aus 2 Kreisen bestehend, 3zählig, im unteren Teile röhrenförmig. Staubgefäße zumeist 6, doch auch 5 und mehr als 6, mit extrorsen Antheren, mit dem Griffel verbunden. Fruchtknoten unterständig, 6- (selten 5-) blättrig und ebensoviel-fächerig, mit zahlreichen

Abb. 419. *Aristolochiaceae.* — Fig. 1—4. *Aristolochia macrophylla*; Fig. 1 Blüte, Fig. 2 dieselbe durchschn.; Fig. 3 Griffelende mit Staubgef.; Fig. 4 Narbe von oben. — Fig. 5. Frucht einer *Aristolochia* aus Südbrasilien. — Fig. 6. Blüte v. *Arist. galeata.* — Fig. 7. Bl. v. *Asarum canadense.* — Fig. 8. Dieselbe durchschn. — Fig. 1, 5, 6 nat. Gr., 2, 3, 4, 7, 8 etw. vergr. — Fig. 6 nach Masters, alle anderen Original.

marginalen (zentralwinkelständigen) oder parietalen Samenanlagen. Kapselfrüchte. Samen mit Endosperm.

---

[8]) Solereder H. in E. P., III. 1, S. 264, 1889; Nachtr. III, S. 100; Nachtr. IV, S. 78. — Baldacci A., Affinità delle *Aristol.* in Bull. della soc. bot. ital., 1894, p. 49. — Ule E., Über einen experim. erzeugten *Aristolochia*-Bastard. Ber. d. deutsch. bot. Ges., XVII., 1899, S. 35. — Malme G. O., Beitr. z. Kenntn. d. südamerik. Aristol. Archiv f. Bot., I., 1904, p. 521. — Vgl. auch Knuth P., Handb. d. Blütenbiol., III. 1, S. 265, 1904. — Wagner R., Zur Kenntn. d. *Saruma H.* Öst. bot. Zeitschr., LVII., 1907. — Ginuchi D., Ric. sulla strutt. anat. di alc. *Aristol.*, *Menisp.*, *Lardizab.* Bologna 1908. — Jacobsson-Stiasny E., Zur Embryolog. d. *Aristol.* Denkschr. Akad. d. Wiss. Wien, 1918.

Der Bestäubungsvorgang der vielfach eigentümlich gebauten Blüten ist oft untersucht worden[9]). Die Blüten sind stets proterogyn. Fremdbestäubung wird durch Dipteren vermittelt, welche in die röhrenförmigen Blüten einkriechen oder von denselben gefangen werden und in diesen durch verschiedene Einrichtungen, besonders Trichome, „Reusenhaare", festgehalten werden, bis die Antheren sich öffnen. Um diese Zeit verschrumpfen die Reusenhaare und geben den Ausgang frei. Auch Autogamie durch Vermittlung derselben Insekten kommt vor. Die Blüten besitzen oft Aasgeruch, gelbe oder braunrote Farben herrschen vor. Die Samen von *Asarum* werden durch Ameisen verbreitet; die flachen Samen vieler *Aristolochia*-Arten erfahren Verbreitung durch den Wind. Bei manchen *Aristolochia*-Arten entstehen nebenblattähnliche Bildungen aus Vorblättern.

Die *Aristolochiaceae* haben schon die verschiedensten Stellungen im System eingenommen. Für die Verwandtschaft mit den vorstehenden Gruppen der *Polycarpicae*, speziell den *Anonaceae* und *Myristaceae*, sprechen die Zahlenverhältnisse der Blüte, die extrorsen Antheren, der Bau des Perianthiums, die Plazentation, der Samenbau und das Vorkommen von Sekretzellen; dazu kommt die Übereinstimmung in der Bildung der Pollenkörner (sukzedane Bildung), das Vorkommen adossierter Vorblätter und das sero-diagnostische Verhalten. Das Benzolderivat Safrol ist nachgewiesen bei *Asarum*, *Anonaceae*, *Magnoliaceae*, *Monimiaceae*, *Lauraceae*; Eugenol bei denselben Pflanzen. Allerdings nehmen die *Aristolochiaceae* innerhalb der *Polycarpicae* durch das ganz unterständige Gynöceum und die häufige Zygomorphie gleichwie die zwei folgenden Familien eine extreme Stellung ein.

A. Blüte aktinomorph. *Asarum*. Perianth einfach mit gelegentlich vorkommender Andeutung des inneren Wirtels. *A. europaeum*, die Haselwurz, in Europa und Nordasien, *A. canadense* in Nordamerika. — *Saruma*. Perianth deutlich doppelt. *S. Henryi* (China). — *B*. Blüte zygomorph. *Aristolochia* mit zahlreichen Arten, besonders in tropischen und subtropischen Gebieten. Mehrere Arten im europäischen Mediterrangebiete, so *A. rotunda*, *A. longa*, *A. pallida*, eine davon, *A. Clematitis*, Osterluzei, geht in Mitteleuropa ziemlich weit nach Norden. Zur Lauben- und Wandverkleidung werden sehr häufig kultiviert: *A. macrophylla* (= *A. Sipho*) (atlantisches Nordamerika) und *A. tomentosa* (Nordamerika), „Pfeifenblume". Einige tropische Arten sind durch ihre außerordentlich großen Blüten ausgezeichnet, so *A. grandiflora* (Antillen, Guatemala), *A. Goldieana* (Afrika), *A. gigantea* (Brasilien) u. a. m. — Viele Arten liefern Volksheilmittel; das „Rhizoma Serpentariae" liefert *A. Serpentaria* (Nordamerika).

10. Familie: ***Rafflesiaceae***[10]). (Abb. 420 und 421, Fig. 2—8.) Chlorophyllfreie, parasitische Pflanzen mit sehr weitgehender Reduktion aller vegetativen Organe (daher oft von sehr bemerkenswertem Bau) auf den Wurzeln und Stämmen holziger Pflanzen. Die in die Gewebe der Nährpflanze eindringenden, die Ernährung vermittelnden Teile sind manchmal geradezu myzelähnliche Zellfäden, in anderen Fällen mehr oder minder

---

[9]) Vgl. Correns C., Beitr. z. biol. Anat. d. *Arist.*-Bl. Jahrb. f. wiss. Bot., XXII., 1891. — Cammerloher H., Zur Biol. d. Bl. v. *Arist. grandifl.* Öst. bot. Zeitschr., 1923.

[10]) Solms H. Grf. in E. P., III. 1, S. 274, 1889; Nachtr. III, S. 100; Nachtr. IV, S. 78; derselbe in Engler, Pflanzenreich, IV. 75, 1901. — Endriss W., Monographie v. *Pilostyles Ingae.* Flora, XCI., 1902, S. 208. — Heinricher E., Beitr. z. Kenntn. d. Raffl. Denkschr. d. Wiener Akad., math.-naturw. Kl., LXXVIII. Bd., S. 57, 1906; Zur Kenntn. d. Bl. v. *Cytinus hypoc.*, a. a. O., XXXV., 1917; Die erste Aufz. einer Raffl., *Cyt. Hypoc.* aus Samen, a. a. O. XXXV., 1917. — Ernst A. und Schmid E., Embryosackentw. u. Befr. bei *R.* Ber. d. deutsch. bot. Ges., XXVII., 1909; Üb. Blüte u. Fr. v. *Rafflesia.* Ann. Jard. bot. Buitenz., XXVII., 1913. — Ule E., Üb. brasil. Raffl. Ber. d. deutsch. bot. Ges., XXXIII., 1915. — Perotti R., Contrib. alla conosc. d. rapp. f. *Cyt. hypoc.* e *Cist. salvif.* Ann. di Bot., XIII., 1915. — Wettstein R. v., Stud. üb. d. syst. Glied. v. *Cyt. Hypoc.* Ber. d. deutsch. bot. Ges., XXXV., 1917. — Koorders S. H., Botan. overz. d. *Raffles.* v. Nederl. Ind. Batavia 1919.

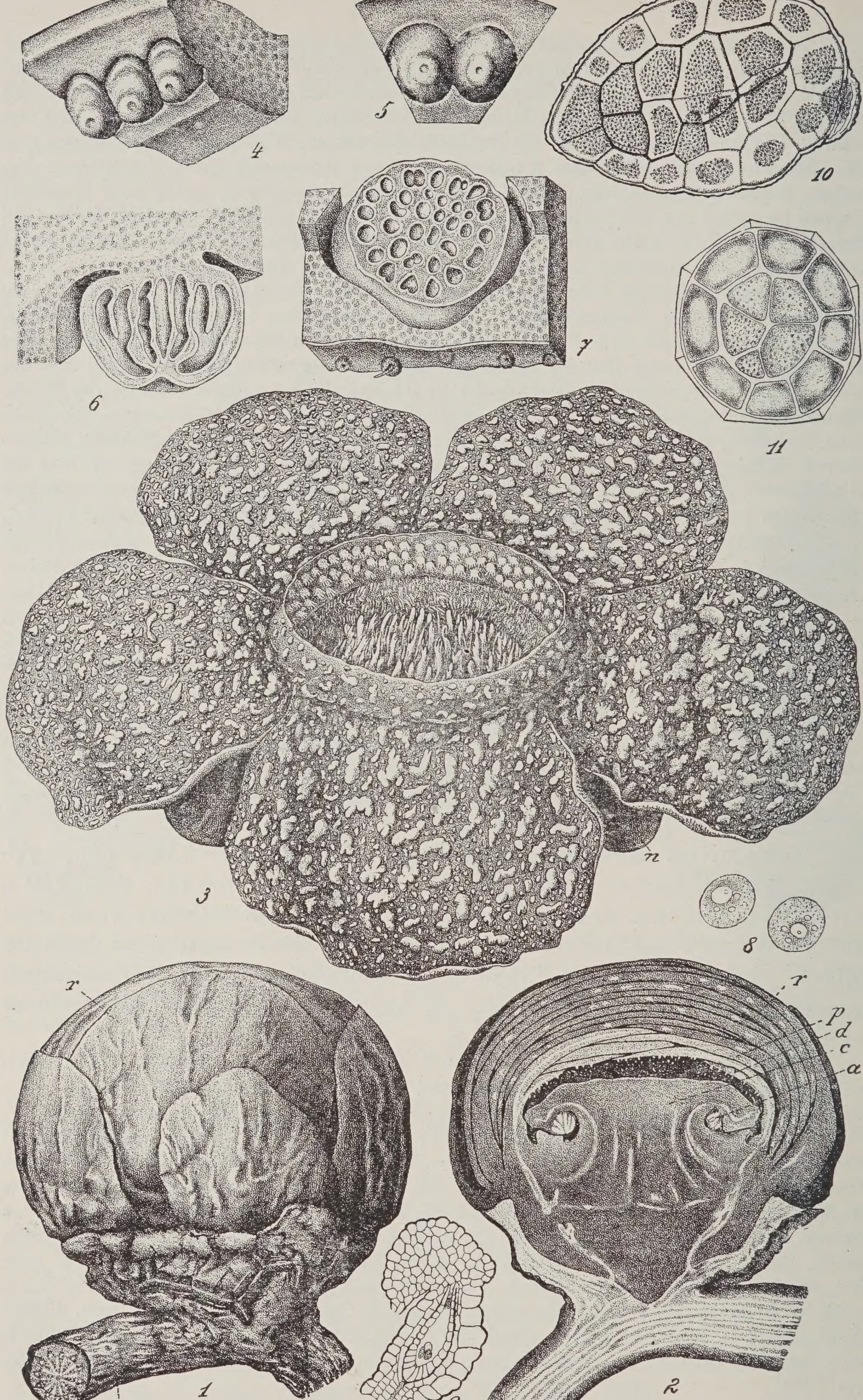

4
5
10
6
7
11
3
n
8
r
1
w
9
2
r
p
d
c
a

Abb. 420. *Rafflesiaceae.* — Fig. 1, 2, 4, 5 u. 8. *Rafflesia Rochussenii*; Fig. 1 ♂ Blütenknospe; Fig. 2 dieselbe durchschn.; Fig. 4 u. 5 Antheren; Fig. 8 Pollenkörner. — Fig. 3. Offene Blüte von *R. Arnoldii.* — Fig. 6. Längs-, Fig. 7 Querschnitt durch eine Anthere von *R. Arnoldii.* — Fig. 9. Samenanlage, Fig. 10 Samen von *R. Patma*, peripher das Endosperm, in der Mitte der Embryo. — Fig. 11. Derselbe quer durchschn. — In Fig. 1 u. 2 bedeuten: *w* = Nährwurzel, *a* = Anthere, *d* = Diaphragma, *c* = zentrale Kolumna, *p* = Perianthblätter, *r* = Sproßblätter. — Fig. 1, 2 nat Gr., Fig. 3 verkl., Fig. 4—7 etwas, Fig. 8—11 stärker vergr. — Fig. 1, 2, 4, 5, 8 Original, 3, 6, 7 nach R. Brown, 9—11 nach Solms.

---

mächtige Gewebe, die bei den am wenigsten reduzierten Formen Gefäße enthalten. Die Blütensprosse werden zumeist im Innern der Nährpflanze angelegt und durchbrechen die überlagernden Gewebe derselben, sie tragen schuppenförmige Blätter in geringer Zahl. Blüten einzeln oder in ährenförmigen Infloreszenzen, meist eingeschlechtig, seltener zwitterig, mit einem 4-, 5-, 6- oder vielgliederigen Perianthium, dessen Blätter frei oder im unteren Teile verwachsen sind. Bei einigen Gattungen (z. B. ***Rafflesia***) geht von der Röhre des Perianths ein ins Innere vorspringendes Diaphragma (Abb. 420, Fig. 2*d*) aus. Staubgefäße ± zu einer zentralen Columna verwachsen mit extrorsen Antheren. Antheren sehr verschieden gebaut, 1-, 2- bis vielfächerig, mit Rissen oder Poren sich öffnend. Fruchtknoten unterständig, 1- bis vielfächerig, mit parietal stehenden, zahlreichen Samenanlagen, die entweder der Länge nach verlaufende streifenförmige Plazenten oder die ganzen Wände bedecken. Bei ***Rafflesia*** zahlreiche unregelmäßige Hohlräume im Fruchtknoten mit wandständigen Samenanlagen. Narbe ringförmig. Früchte beeren- oder kapselartig. Samen mit ungegliedertem Embryo, mit Endosperm.

Die Bestäubungsverhältnisse, Art der Samenverbreitung sehr unvollkommen bekannt. Bei den meisten Rafflesiaceen finden sich rötliche oder rotbraune Blüten, viele verbreiten aasartige Düfte. Ab und zu wurden Dipteren und Käfer, bei südafrikanischen *Cytinus*-Arten Vögel als Besucher der Blüten beobachtet. Bau des Embryosackes und Befruchtungsvorgang nach dem „Normaltypus" der Angiospermen.

Die Verwandtschaft mit den Aristolochiaceen scheint ziemlich sicher zu stehen; unter den *Polycarpicae* finden sich auch sonst mehrfach recht deutliche Anklänge an die Rafflesiazeen, z. B. bei den Monimiazeen.

A. Fruchtknoten mit zahlreichen unregelmäßigen Fächern: *Rafflesia* auf Java, Sumatra, Borneo und auf den Philippinen auf *Cissus*-Wurzeln und -Stämmen parasitisch, zum Teile mit riesigen Blüten; z. B. *R. Arnoldii* (Sumatra), mit Blüten von zirka 1 *m* Durchmesser, *R. Patma* (Java), *R. Rochussenii* (Java). — *Brugmansia* auf Java und Sumatra. — *B.* Fruchtknoten einfächerig. *Apodanthes* (Südamerika) und *Pilostyles* (Amerika, Afrika, Vorderasien) mit einzeln stehenden Blüten auf Ästen verschiedener Holzpflanzen, z. B. *P. Ingae* auf *Inga* in Südamerika, *P. Haussknechtii* auf *Astragalus* in Vorderasien (Abb. 421, Fig. 5—8). — *Cytinus* (Afrika, Mediterrangebiet) und *Scytanthus* (Mexiko) mit ährenförmigen Infloreszenzen, z. B. *C. Hypocistis* mit mehreren Unterarten im Mediterrangebiete, *C. dioicus* u. *capensis* in Südafrika (Abb. 421, Fig. 2—4).

11. Familie: Den Rafflesiaceen wird die habituell recht ähnliche Familie der ***Hydnoraceae***[11]) angereiht, welche sich von jenen hauptsächlich

---

[11]) Solms-Laubach H. Grf. in Engler A., Das Pflanzenreich, IV. 75, 1901. — Dastur R. H., Not. on the Developm. of ovule etc. Transact. R. Soc. S. Afr., X., 1921.

durch die in der Perianthröhre befestigten Staubgefäße und die perispermhaltigen Samen unterscheidet. (Vgl. Abb. 421, Fig. 1.)

Hydnora mit 8 Arten in Afrika, z. B. *H. africana* auf *Euphorbia*-Wurzeln, *H. Johannis* auf Akazien-Wurzeln. — *Prosopanche* in Argentinien und Patagonien.

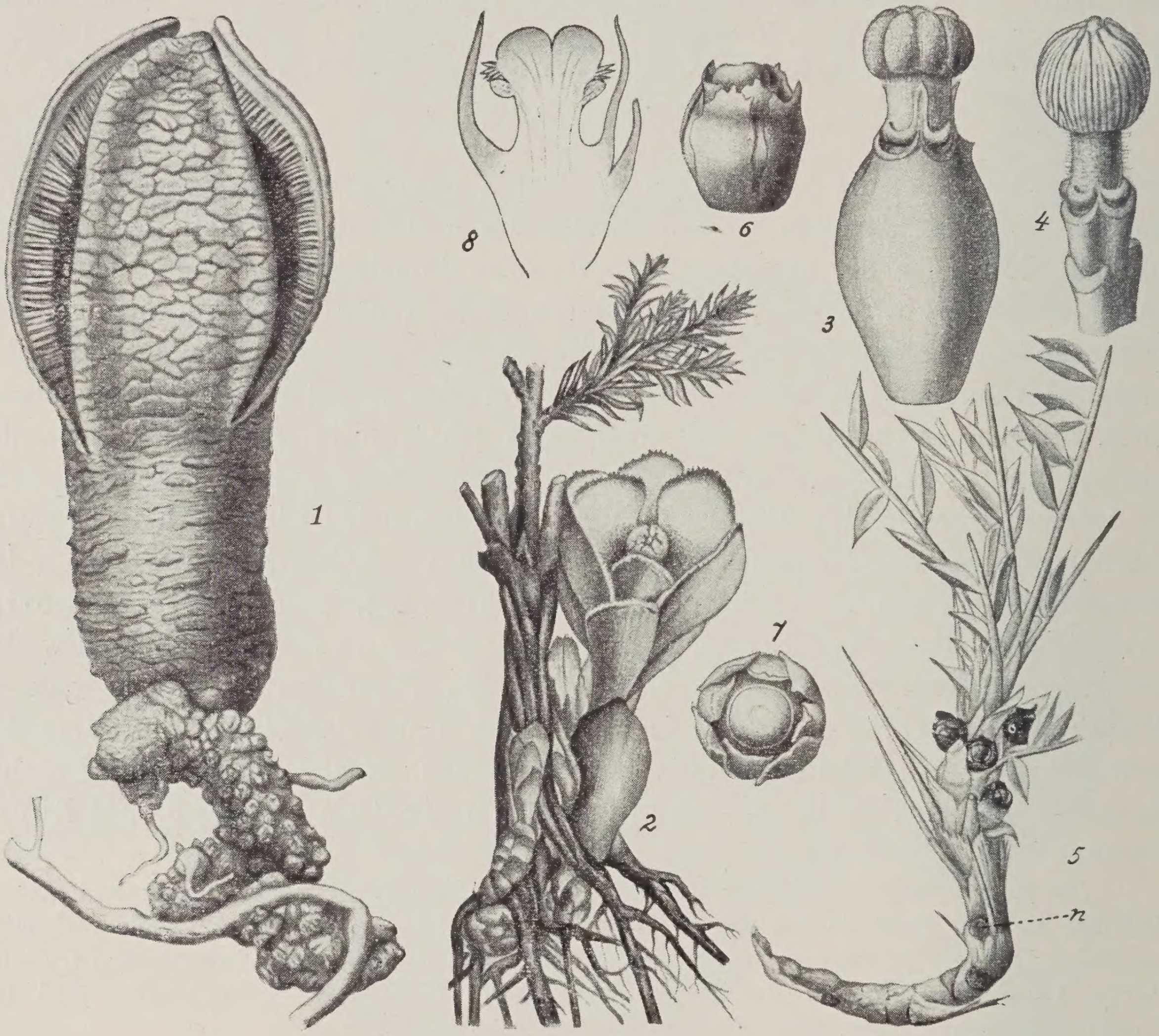


Abb. 421. *Hydnoraceae* (Fig. 1) und *Rafflesiaceae* (Fig. 2—8). — Fig. 1. *Hydnora africana.* — Fig. 2. *Cytinus dioicus,* ♂ Pflanze auf *Relhania ericoides.* — Fig. 3. Gynöceum und Fig. 4. Andröceum von *Cytinus kermesinus.* — Fig. 5—8. *Pilostyles Haussknechtii;* Fig. 5 auf *Astragalus kurdicus;* Fig. 6 Blüte von der Seite, Fig. 7 von oben; Fig. 8 Längsschn. d. die Blüte. — Fig. 2 nach Marloth; Fig. 1, 3—8 Original.

Mit den *Hydnoraceae* findet ein an die *Magnoliaceae* anschließender Seitenzweig der *Polycarpicae* seinen Abschluß.

12. Familie: **Calycanthaceae**[12]). (Abb. 422, Fig. 5.) Sträucher mit gegenständigen, ungeteilten Blättern. Blüten zwitterig mit schraubiger Anordnung der Teile. Blütenhülle mit zahlreichen blumenkronartigen Blättern. Staubgefäße zahlreich (5 bei *Chimonanthus*). Fruchtknoten zahlreich, mit je 2 Samenanlagen, in der hohlen Blütenachse eingeschlossen. Früchte einsamige Schließfrüchte.

[12]) Prantl K. in E. P., III. 2, S. 92, 1891. — Peter J., Zur Entwicklungsgeschichte einiger *Calyc.* Beitr. z. Biol. d. Pfl., XIV., 1920. — Schürhoff P. N., Zur Apogamie von *Calycanthus.* Flora, 116. Bd., 1923. — Diels L. in Ber. d. d. bot. Ges., 34. Bd., 1916.

Nordamerika und Japan. Nicht selten kultivierte Ziersträucher sind *Calycanthus florida* („Gewürzstrauch“ — Nordamerika) mit stark duftenden Blüten, *C. occidentalis* (westl. Nordamerika) und *Chimonanthus praecox* (= *Meratia pr.*) (China), letztere in Mitteleuropa bei milder Witterung schon im Winter blühend. — Apogamie; Bestäubung bei *Calycanthus* durch Käfer.

13. Familie: **Gomortegaceae**[13]). — *Gomortega nitida* in Chile.

14. Familie: **Monimiaceae**[14]). (Abb. 422.) Bäume oder Sträucher, seltener Klettersträucher, mit gegenständigen oder quirligen, seltener wechselständigen Blättern. Blüten nur selten zwitterig, meist eingeschlechtig. Blütenbau außerordentlich mannigfaltig. Vor allem fällt die Ausbildung der Blütenachse auf, welche seltener konvex oder flach, meist becherförmig oder sogar schlauchförmig ist und die Blütenblätter, besonders aber die Staubgefäße und Fruchtknotenblätter im Innern

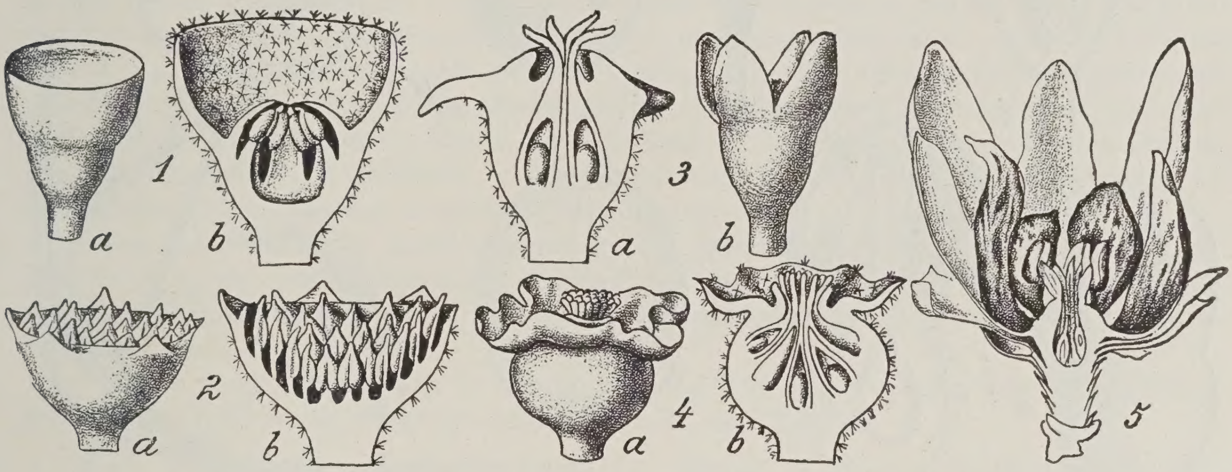


Abb. 422. *Monimiaceae* (Fig. 1—4) und *Calycanthaceae* (Fig. 5). — Fig. 1. ♂ Bl. v. *Siparuna mollicoma*, *a* ganz, *b* durchschn. — Fig. 2. ♂ Bl. v. *S. muricata*, *a* ganz, *b* durchschn. — Fig. 3. ♀ Bl. v. *S. Sumichastrii*, *b* ganz, *a* durchschn. — Fig. 4. ♀ Bl. v. *S. mollis*, *a* ganz, *b* durchschn. — Fig. 5. Bl. v. *Chimonanthus praecox*, längs durchschn. — Vergr. — Fig. 1—4 nach Perkins, Fig. 5. Original.

trägt. Perianthblätter fehlend oder 4 bis viele, im letzteren Falle häufig die äußeren kelchartig. Staubgefäße meist zahlreich, doch auch wenige (1, 4, 5 usw.). Antheren mit Längs- oder Querrissen oder mit Klappen aufspringend. Fruchtknotenblätter 1 bis viele, je einen freien Fruchtknoten bildend und eine Samenanlage enthaltend. Schließfrüchte, welche ± von der vergrößerten Blütenachse umgeben sind, wodurch Scheinfrüchte entstehen. Samen mit nicht zerklüftetem Endosperm.

Durchwegs tropische und subtropische Formen. Die artenreichsten Gattungen sind *Mollinedia* (tropisch. Amerika) und *Siparuna* (tropisch. und subtropisch. Amerika). *Peumus Boldus* (Chile) liefert die hie und da medizinisch gebrauchten „Folia Boldo“; mehrere Arten liefern duftendes Möbelholz.

---

[13]) Reiche K. in Ber. d. deutsch. bot. Ges., XIV., 1896, S. 225.

[14]) Pax F. in E. P., III. 2, S. 94, 1891; Nachtr. III, S. 127; Nachtr. IV, S. 94. — Perkins J. und Gilg E., *Monimiaceae* in Engler, Das Pflanzenreich, IV. 101, 1901.

15. Familie: **Lauraceae**[15]). (Abb. 423.) Holzpflanzen (mit Ausnahme von *Cassytha*) mit lederigen, ungeteilten, nebenblattlosen Blättern. Blüten zwitterig oder eingeschlechtig, 2- bis 5-, meist 3zählig. Perianthium aus zwei Wirteln bestehend, deren Blätter gleich oder ungleich sind, dieselben sind am Grunde ± vereint oder am Rande der scheiben- bis becherförmig verbreiterten Achse inseriert. Staubgefäße in 3 bis 4, einem Perianthwirtel gleichzähligen Wirteln. Antheren mit Klappen sich öffnend. Ein Frucht-

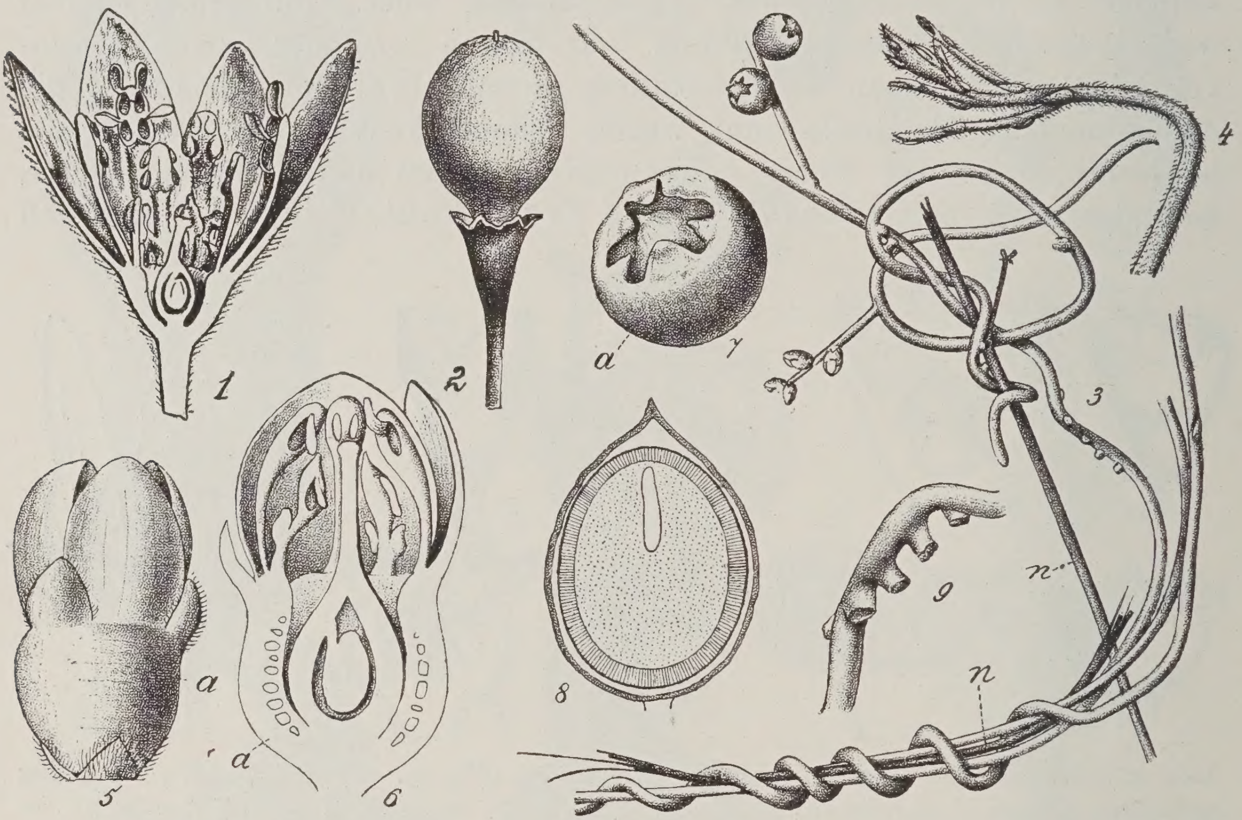


Abb. 423. *Lauraceae*. — Fig. 1. Blüte v. *Cinnamomum zeylanicum* durchschn. — Fig. 2. Frucht von *Sassafras officinale*. — Fig. 3—9. *Cassytha filiformis*; Fig. 3 Stück der Pflanze mit Blüten- und Fruchtständen, *n* Nährpflanze; Fig. 4 Sproßende; Fig. 5 Blüte nach der Bestäubung; Fig. 6 dieselbe längs durchschn.; Fig. 7 Frucht, noch von der Blütenachse umhüllt; Fig. 8 dieselbe längs durchschn., die Blütenachse (*a* in Fig. 5 bis 7) ist entfernt; Fig. 9 Stengelstück mit Haustoriumansätzen. — Fig. 3 u. 4 nat. Gr., Fig. 1, 2, 5—9 vergr. — Fig. 1 u. 2 nach Baillon, 3—9 Original.

knoten, oberständig oder ± in die ausgehöhlte Achse versenkt, einfächerig, mit einer Samenanlage. Frucht beeren- oder steinfruchtartig, im unteren Teile ± von der kupulaartigen Achse umgeben. Samen ohne Endosperm.

---

15) Pax F. in E. P., III. 2, S. 107; 1891; Nachtr. III, S. 128; Nachtr. IV, S. 95. — Knoblauch E., Anatomie des Holzes der Laurineen. Flora, 1888. — Mez C., *Lauraceae* americanae. Jahrb. Berl. bot. Gartens, V., 1889. — Schmidt A. T., Zur Anat. v. *Cassytha filiform.* Öst. bot. Zeitschr., 1902, Nr. 5. — Mirande M., Rech. s. l. développem. et l'anat. d. Cassythacées, Ann. sc. nat., sér. 9, II., 1905; Sur l'orig. des pistils des *L.*, C. R. Acad. sc. Paris, CXLV., 1907. — Staub M., Die Geschichte d. G. *Cinnam.* Budapest 1905. — Petzold V., Syst.-anat. Unters. üb. d. Laubbl. d. am. Laur. Botan. Jahrb. f. Syst. etc., XXVIII., 1907.

Bestäubungsvorgang wie bei den vorhergehenden Familien wenig bekannt. Die Blüten werden insbesondere von Dipteren besucht.

In den tropischen und subtropischen Gebieten der ganzen Erde weit verbreitet und vielfach wesentlich an der Waldbildung Anteil nehmend. Viele Arten liefern Werkhölzer oder infolge ihres Gehaltes an ätherischen Ölen Gewürze oder medizinisch verwertete Teile. Besonders erwähnenswerte Arten: *Cinnamomum Camphora* (Japan, China) liefert Kampfer, welcher durch Sublimation mit heißem Wasser aus dem Kampferöl des Holzes gewonnen wird („chinesischer" oder „japanischer Kampfer" im Gegensatz zum „Sumatra-Kampfer", den eine Dipterocarpacee, *Dryobalanops aromatica*, liefert). — *C. Cassia* (China) liefert aus den Blättern und jungen Sprossen Cassiaöl, Zimtblütenöl, Oleum Cinnamomi, ferner die Cortex Cinnamomi Cassiae, auch chinesischer Zimt oder Kaneel genannt. — Die Rinde von *C. zeylanicum* (Süd-Indien, Ceylon, in den Tropen kultiviert) stellt die Zimtrinde, den Zimt, Cortex Cinnamomi zeylanici, dar; andere Arten liefern minderwertige Sorten. — Die Blätter und Früchte des im Mediterrangebiete verbreiteten Lorbeerbaumes, *Laurus nobilis*, werden als Gewürz und medizinisch (Fructus Lauri, Folia Lauri) verwendet; die Pflanze selbst beliebter Ornamentalbaum. — Genießbare Früchte von *Persea gratissima* (tropisch. Amerika, in den Tropen viel kultiviert — „Avvocato-Birnen") und anderen Arten. — Fettes Öl aus den Früchten von *Litsea sebifera* (tropisch. Asien) und *Persea gratissima*. — Werkholz liefern viele Arten, so *Sassafras officinale* (östliches Nordamerika) das auch medizinisch gebrauchte „Lignum Sassafras", *Dicypellium caryophyllatum* (Brasilien) das „Rosenholz von Cayenne" (liefert auch „Nelkenzimt", „Cassia caryophyllata"), *Nectandra Rodioei* (Britisch-Guiana) das „Greenheart"-Holz, Grünholz. — Gerberrinde von *Persea Lingue* (Chile); „Massoirinde" (ätherisches Öl) v. *Massoia aromatica* (Neuguinea).

Von allen anderen Lauraceen weicht die parasitisch lebende *Cassytha* (Abb. 423, Fig. 3—9) durch die fast blattlosen, nur mit schuppenförmigen Blättern besetzten, Haustorien treibenden Sprosse ab. *C. filiformis* auf verschiedenen Nährpflanzen in den Tropen sehr verbreitet.

Sicher verwandt mit den Lauraceen sind die (16.) ***Hernandiaceae*** mit einem Staubgefäßkreise. Kletternde Sträucher oder Bäume in den Tropen.

17. Familie: ***Menispermaceae***[16]). Meist windende Holzpflanzen mit wechselständigen, ganzen oder gelappten Blättern, relativ kleinen, eingeschlechtigen Blüten. Perianthium kelchartig oder aus Kelch und Krone bestehend, wobei letztere den Eindruck der Gleichwertigkeit mit Staubgefäßen macht. Staubgefäße 3 bis ∞, nicht selten mehr oder minder miteinander verwachsen, so daß die Filamente sich zu einer axilen Säule verbinden. Gynöceum aus 3 bis ∞ freien oberständigen Fruchtknotenblättern gebildet, jeder Fruchtknoten 1fächerig mit 1 bis 2 Samenanlagen. Frucht eine Steinfrucht. Samen mit Endosperm.

Beziehungen zu mehreren Familien der *Polycarpicae* aufweisend, durch das Vorhandensein von Sekretzellen den vorhergehenden Familien sich anfügend, in vielen Merkmalen aber (auch chemisch und sero-diagnostisch) den folgenden näher stehend. Über den Bestäubungsvorgang wenig bekannt, doch wurde Insektenbesuch (Dipteren, kleine Käfer, Hymenopteren) beobachtet. Apomiktische Samenbildung wurde bei *Disciphonia Ernstii* beobachtet. Häufig kauliflore Infloreszenzen. Im Stamme häufig sekundäre Zonen von Gefäßbündeln.

---

[16]) Prantl K. in E. P., III. 2, S. 78, 1891; Nachtr. III, S. 124; Nachtr. IV., S. 92. — Maheu J., Recherches anatom. s. l. Ménisp., Journ. de Bot., XVI., 1902, p. 369; Sur les org. sécrét. des M., Bull. soc. bot. France, LIII., 1906. — Krafft K., Syst.-anat. Unters. d. Blattstrukt. b. d. M. Stuttgart 1907. — Czapek F., Die Bewegungsmech. d. Blattgelenke d. M. Ber. d. d. bot. Ges., XXVII., 1909. — Rudolph K., Zur Kenntn. d. anat. Baues d. Blattgel. b. d. M. A. a. O., 1909. — Diels L., *Menisp.* in Engler A., Das Pflanzenr., 46. Heft, 1910.

Vorherrschend in den Tropen. Einige außertropische Arten werden in europäischen Gärten nicht selten kultiviert, so *Menispermum canadense* (Nordamerika), *M. dahuricum* (Sibirien, Mongolei, China, Japan); erstere liefert ein in Nordamerika offizinelles Rhizom. — Giftpflanzen: *Abuta rufescens* (Südamerika) dient u. a. zur Bereitung des Curare, *Anamirta Cocculus* (indo-malayisch) liefert die „Kokkels"- oder „Fischkörner". Die Wurzeln von *Jatrorrhiza palmata* (tropisch. Ostafrika) werden als „Radix Columbae" medizinisch verwendet. Lokale medizinische Verwendung finden Teile zahlreicher anderer Arten, so Wurzel und Stamm von *Chondrodendron tomentosum*, „Pareira brava" (Brasilien), *Cyclea peltata*, „Tyantjan" (tropisch. Asien) u. a.

18. Familie: ***Lardizabalaceae***[17]). Windende Holzpflanzen mit handförmig zusammengesetzten oder gefiederten Blättern. Von den Menispermaceen überdies besonders durch die zahlreichen Samenanlagen in jedem Fruchtknoten verschieden. Beeren oder fleischige Kapseln.

Akebia quinata (China, Japan) in Gärten nicht selten kultiviert, Frucht eßbar. — *Decaisnea* (China).

19. Familie: ***Ranunculaceae***[18]). (Abb. 424.) Pflanzen von sehr verschiedenem Habitus; vorherrschend Stauden mit unterirdischen Stammbildungen, doch auch einjährige Kräuter und Holzpflanzen. Blätter meist wechselständig, oft ± geteilt. Blüten meist zwitterig, aktinomorph oder zygomorph mit schraubiger oder wirteliger Anordnung der Teile. Perianth einfach und korollinisch oder doppelt, in letzterem Falle entsteht das

---

[17]) Prantl K. in E. P., III. 2, S. 66, 1891; Nachtr. IV, S. 92. — Réaubourg G., Et. organogr. et anat. d. l. fam. d. Lard. Thèse, Paris 1906.

[18]) Prantl K. in E. P., III. 2, S. 43, 1891; Gürke M. in Nachtr. III, S. 121; Nachtr. IV, S. 91. — Schaffnit K., Über die Nektarien der Ranuncul. unter Berücksichtigung d. Structur d. kronartig gefärbt. Blütenteile. Erlangen 1904. — Sterckx R., Recherches anat. sur l'embr. et les plantules dans la fam. d. Renonc. Arch. d. l'Inst. bot. d. l'Univ. de Liège, Vol. II., 1900. — Goffart J., Rech. sur l'anat. des feuilles dans les Ranunc., l. c., Vol. III., 1902. — Lonay H., Contrib. à l'anat. des Renonc., l. c., Vol. III., 1902; Struct. anat. du pericarpe, etc., l. c., Vol. IV., 1907. — Ridle L. C., Developm. of the embryosac etc. of *Batrachium*. Ohio Natur., V., 1905. — John A., Mitt. üb. d. Embryoentw. v. *Caltha*, Lotos, N. F., 1. Bd., 1907. — Schrödinger R., Der Blütenbau der zygom. Ranunc. usw., Abh. zool.-bot. Ges. Wien, IV., 1909; Das Laubbl. d. R., a. a. O., VIII., 1914. — Souèges R., Rech. s. l'embryog. d. Renonc. Bull. Soc. bot. Fr., LVIII., 1911. — Trapl S., Morph. Stud. üb. Bau usw. d. R.-Blüte. Beih. bot. Zentralbl., 1, XXVIII., 1912. — Kindler Th., Gametoph. u. Fruchtansatz bei *Ficaria*. Öst. bot. Zeitschr., LXIV., 1914. — Tschernoyarow M., Les nouv. donn. d. l'embryol. d. *Myosurus*. Mem. Soc. Nat. Kiew, 1915. — Derschau M., Üb. disperme Befr. d. Antipoden bei *Nigella*. Ber. d. deutsch. bot. Ges., XXXVI., 1919. — Salisbury E. J., Variat. in *Eranthis* etc. with spec. ref. to trimery and the orig. of perianth. Ann. of Bot., XXXIII., 1919. — Für die meisten Gattungen existieren Monographien, die in E. P., l. c., ferner in den Nachträgen S. 167 (1897) und in den Ergänzungsheften S. 121 (1906) zusammengestellt sind; vgl. ferner: Lecoyer J. C., Monogr. du genre *Thalictrum*. Gand 1885. — Schiffner V., Monographia *Hellebororum*. Nova acta Leop. Carol. Acad., Bd. LVI, Nr. 1, 1890. — Hayek A. v., Krit. Übers. üb. d. *Anemone*-Art. d. Sekt. *Campanaria*. Ascherson-Festschr., 1904, S. 451. — Ulbrich E., Über die system. Glied u. geogr. Verbreitung d. Gattung *Anemone*. Jahrb. f. Syst. usw., XXXVII., 1905, S. 172. — Stapf O., The Aconites of India. Ann. of the Roy. Bot. Gard. Calcutta, Vol. X., 1905. — Rapaics R. v., Systema Aconiti generis, Növén. Közlemények, VI., 1907; Az *Aquilegia*-génusz, Botanikai Közlemények, VIII., 1909. — Gáyer Gy., Vorarb. z. ein. Monogr. d. europ. *Aconitum*-Arten. Ung. bot. Bl., VIII., 1909.

Abb. 424. *Ranunculaceae.* — Blüten von: Fig. 1. *Anemone Hepatica.* — Fig. 2. *Helleborus viridis.* — Fig. 3. *Eranthis hiemalis.* — Fig. 4. *Clematis Vitalba.* — Fig. 5. *C. alpina.* — Fig. 6. *Aquilegia vulgaris.* — Fig. 7. *Delphinium Staphisagria* nach Wegnahme der äußeren Perianthblätter; die beiden großen, unmittelbar neben den gespornten Blättern stehenden Blätter wenden infolge einer Drehung ihre Unterseite der Blütenmitte zu. — Fig. 8. *Anemone Pulsatilla*, durchschn. — Fig. 9. *Aconitum Napellus.* — Fig. 10. *Myosurus minimus.* — Fig. 11. *Callianthemum anemonoides.* — Fig. 12. *Ranunculus repens.* — *ah* = Außenhülle, *bh* = Perianthium, *hb* = Honigblätter, *std* = Staminodien. — Alle Fig. etw. vergr. — Fig. 1, 2, 3, 6, 8, 11 Original, 4, 5, 12 nach Thomé, 7, 9, 10 nach Baillon.

doppelte Perianth entweder dadurch, daß zu dem korollinischen Perianthium eine kelchartige, aus Hochblättern gebildete Hülle hinzutritt (*Anemone* Subg. *Hepatica* und Subg. *Pulsatilla, Paeonia*) oder dadurch, daß aus Staubgefäßen ± blumenkronartige „Honigblätter" hervorgehen. Staubgefäße in großer Zahl. Fruchtknoten 1 bis viele, frei oder (seltener) verwachsen, mit 1 bis vielen Samenanlagen. Balgkapseln, Schließfrüchte oder Beeren.

Trotz der großen Verschiedenheit im Blüten- und Fruchtbaue ist die Gruppe eine sehr natürliche.

Die 2 Kotyledonen sind häufig mit den Stielen verwachsen; diese bilden dann eine Röhre, aus der das Epikotyl seitlich herausbricht. Manchmal erstreckt sich dieses Verwachsen der Keimblätter auch auf die Lamina (*Ranunculus Ficaria*). Bei mehreren Gattungen findet sich im Stengel ein an die Monocotyledonen erinnernder Gefäßbündelverlauf (*Actaea, Cimicifuga, Thalictrum* u. a.)[19]). Sekretzellen fehlen. Blattdimorphismus, nämlich fein zerteilte Wasserblätter und flächig verbreiterte Schwimmblätter bei wasserbewohnenden *Ranunculus*-Arten aus dem Subg. *Batrachium*. Blattranken bei *Clematis*-Arten. Bestäubung durch pollensammelnde oder honigsaugende Insekten; die zygomorphen Blüten zeigen diesbezüglich weitestgehende Anpassungen; vereinzelt Ornithogamie. Anemogamie bei *Thalictrum*-Arten. Von Verbreitungsmitteln der Früchte und Samen sind erwähnenswert: verlängerte und behaarte Griffel bei *Anemone* Subgen. *Pulsatilla* und bei *Clematis*, häutige Ränder der Früchte bei *Thalictrum*, wollige Früchte bei *Anemone*-Arten vermitteln die Verbreitung durch den Wind; hakige Griffel (*Ranunculus*-Arten) die durch Tiere; saftige Anhängsel der Samen (z. B. bei *Helleborus*-Arten) hängen mit der Verbreitung durch Ameisen zusammen. Die Embryonen kommen in den Samen von *Ranunculus* Subgen. *Ficaria* und bei *Eranthis* erst nach dem Ausstreuen derselben zur Entwicklung. Parthenogenese bei *Thalictrum purpurascens* (Nordamerika). Vegetative Vermehrung durch Bulbillen bei *Ranunculus Ficaria*. Eine eigentümliche Umhüllung des Gynözeums durch eine „Diskusbildung" bei *Paeonia Moutan*. Zahl der Integumente wechselnd (1 bei *Anemone, Clematis, Ranunculus* u. a., 2 bei *Aquilegia, Actaea, Caltha* u. a.).

Vorherrschend in den nördlich-extratropischen Gebieten, doch auch in den Tropen und in südlichen extratropischen Regionen. Viele Giftpflanzen.

System im Wesentlichen nach Prantl:

A. **Paeonieae**[20]). Samenanlagen in 2 Reihen längs der Bauchnaht. Balgkapseln. Kelch und Blumenkrone, ersterer wohl aus Hochblättern hervorgegangen. — *Paeonia*. Große Stauden oder kleine Sträucher. Hauptverbreitungsgebiet im außertropischen Asien und Europa, einzelne Arten im westlichen Nordamerika. Die meisten Arten als „Pfingstrosen" viel in Gärten kultiviert, so *P. corallina*, *P. officinalis* u. a. mit Kulturformen und Hybriden. Strauchig ist die in Japan und China heimische *P. Moutan*.

B. **Helleboreae.** Samenanlagen in 2 Reihen (selten 1 bis 2) längs der Bauchnaht. Kapseln, Balgkapseln, selten Beeren. Perianthium einfach oder doppelt durch Ausbildung von Honigblättern. — *a*) Blüten aktinomorph: *Caltha*, Dotterblume. Perianth korollinisch, gelb oder weiß, keine Honigblätter. — *Trollius*. Perianth korollinisch, gelb, zungenförmige Honigblätter. — *Helleborus*. Perianth korollinisch, weiß, rot oder grün, Honigblätter dütenförmig, z. B. *H. niger*, schwarze Nießwurz oder Schneerose, subalpin; in Gärten viele Hybriden. — *Eranthis* mit ähnlichen Blüten und mit Hüllen aus Stengelblättern (Abb. 424, Fig. 3). *E. hiemalis* (mediterran) häufig in Gärten. — *Actaea*. Perianth kelchartig, Honigblätter weiß. *A. nigra* (Asien und Europa) mit Beeren. — *Aquilegia*. Perianthblätter korollinisch, Honigblätter ebenso und gespornt (Abb. 424, Fig. 6). In Europa verbreitet *A. vul-*

---

[19]) Worsdell W. C., A Study of the Vasc. Syst. in cert. Ord. of the *Ranales*. Ann. of Bot., XXII., 1908.

[20]) Die unter den Ranunculaceen isolierte Stellung von *Paeonia* hat Worsdell (Journ. of Bot., XLVI., 1908) in neuerer Zeit durch Aufstellung der Familie der *Paeoniaceae* zum Ausdruck gebracht.

garis, auch häufig als Zierpflanze in vielen Formen kultiviert, ebenso wie *A. chrysantha*, *A. Skinneri* (Nordamerika) u. Hybriden. — *Nigella*. Synkarpe Kapsel. *N. arvensis* (Orient) nicht selten als Ackerunkraut, *N. damascena* (mediterran) in Gärten als Zierpflanze („Jungfer im Grünen", „Gretel in der Staude"). — *b*) Blüten zygomorph: *Aconitum*, Eisenhut, Perianthblätter korollinisch, das oberste helmförmig; 2 Honigblätter langgestielt, von diesem Helm umschlossen (Abb. 424, Fig. 9). Zahlreiche Arten, besonders Gebirgspflanzen. Die Knollen (Wurzeln + Sproßanlagen) mehrerer Arten („Tubera Aconiti") sind offizinell: *A. Napellus* (Sammelname — Europa, Asien), *A. variegatum* u. a.; auch die Blätter werden zuweilen medizinisch gebraucht. — *Delphinium*, Rittersporn mit zahlreichen Arten und großer Verbreitung. Perianthblätter und Honigblätter korollinisch, meist blau, 1 Perianth- und 2 Honigblätter gespornt. *D. Staphisagria* (Mittelmeergebiet) liefert die ehemals offizinellen „Semina Staphisagriae". — *Consolida*. Wie vorige Gattg., aber die beiden gespornten Honigblätter zu einem verwachsen, ebenso noch 2 weitere Honigblattpaare verwachsen. *C. regalis* (= *Delphinium Consolida*) als Ackerunkraut in Europa, As. u. N.-Am. verbreitet; *C. Ajacis* u. *C. orientalis* verbreitete Zierpflanzen mit vielen Spielarten. — Nach den Untersuchungen v. Schrödinger lassen sich innerhalb der *Helleboreae* zwei Verwandtschaftskreise unterscheiden: 1. die *Isopyroideae* (Spreite des sezernierenden Honigblattes zu einem Nektarbecher vertieft), hieher gehören z. B. *Helleborus*, *Eranthis*, *Isopyrum*, *Aquilegia*, *Actaea*; 2. die *Trollioideae* (Spreite des Honigblattes flach), hieher *Caltha*, *Trollius*, *Nigella*, *Aconitum*, *Delphinium*, *Consolida*.

C. **Anemoneae.** Samenanlagen einzeln, am Grunde der Bauchnaht entspringend, manchmal daneben noch reduzierte Samenanlagen. Schließfrüchte. — *a*) Perianthium einfach (aber meist aus 2 bis mehreren Wirteln bestehend), korollinisch oder kelchartig: *Anemone*. Stauden, oft an oder in der Nähe der Blüte eine Hülle von stengelständigen Blättern (Abb. 424, Fig. 1 u. 8). In Europa verbreitete Arten: *A. Hepatica*, Leberblümchen, *A. Pulsatilla*, Küchenschelle, *A. nemorosa*, Windröschen u. a. In Gärten oft kultiviert: *A. japonica* (Japan) und *A. vitifolia* (Himalaya), beide im Gegensatz zu den meisten anderen Arten im Herbst blühend. *A. coronaria* und *A. hortensis* im Mittelmeergebiete und häufig als Schnittblumen im Handel. — *Clematis*. Stauden oder Lianen, ohne Außenhülle der Blüten. *C. Vitalba*, Waldrebe, häufigste Liane Europas, *C. alpina* (= *Atragene a.*), Alpenrebe, mit blauen Blüten in der alpinen Region Europas. Beliebte Zierpflanzen mit großen Blüten sind: *C. lanuginosa* (China), *C. florida* (Japan), *C. patens* (Japan) mit zahlreichen Formen und Hybriden. — *Thalictrum*. Stauden mit meist kelchartigen Perianthblättern. — *b*) Perianthium doppelt, das innere Perianth aus meist korollinischen (aus Staubblättern hervorgegangenen) „Honigblättern" bestehend: *Ranunculus*, Hahnenfuß, mit zahlreichen Arten. Die meisten Arten gelbblühend, so z. B. die verbreiteten *R. acer*, *R. bulbosus*, *R. repens*, auch die meisten Arten der Untergattung *Ficaria*, z. B. *R. Ficaria*. Weißblühend die Arten der Untergattungen *Batrachium* (meistens wasserbewohnend) und *Hypolepium* (meist Hochgebirgspflanzen). Gartenpflanzen: *R. asiaticus* (Mediterrangeb.) mit meist gefüllten roten oder gelben Blüten und eine gefülltblütige Form von *R. repens*. — *Adonis*. „Herba Adonidis" von *A. vernalis* (Eur.). — Sehr bemerkenswert *Laccopetalum* (Peru) mit säulenförmigem Gynophor und zahlreichen, mit einander am Grunde verbundenen Staubgefäßen.

20. Familie: **Berberidaceae**[21]). (Abb. 425 u. 426.) Pflanzen von sehr verschiedenem Habitus, einerseits Holzpflanzen, anderseits Stauden mit ein-

---

[21]) Prantl K. in E. P., III. 2, S. 70; Nachtr. III, S. 122; Nachtr. IV, S. 92. — Tischler G., Die Berberidaceen und Podophyllaceen. Vers. einer morph.-biol. Monogr. Bot. Jahrb. f. Syst. usw., XXXI., 1902, S. 596. — Holm Th., *Podophyllum pelt.* A morphol. study. Bot. Gaz., XXVII., 1899, S. 419. — Fedde F., Versuch einer Monogr. d. Gattg. *Mahonia*. Bot. Jahrb. f. Syst. usw., XXXI., S. 30, 1902. — Usteri A., Das Geschl. d. Berberitzen. Mitt. d. deutsch. dendrol. Gesellsch., VIII., 1899, S. 77. — Schneider C. K., Die Gattung *Berberis*, Bull. de l'herb. Boiss., 2. Sér., V., 1905, S. 33; Weitere Beiträge usw., l. c., VIII., 1908. — Himmelbaur W., Die *B.* u. ihre Stellg. im System. Denkschr. Akad. d. Wiss. Wien, LXXXIX., 1914.

fachen oder zusammengesetzten Blättern, mit einzeln oder in zymösen (oft traubenähnlichen) Infloreszenzen stehenden Blüten. Blüten zwitterig mit zyklischer Anordnung der Teile. Die Blütenhülle besteht aus zwei Kategorien von Blättern, die äußeren entsprechen der Blütenhülle der *Polycarpicae* mit einfachem Perianth, die inneren, welche häufig Nektarien tragen, scheinen aus Staubgefäßen hervorgegangen zu sein. Beide Kategorien stehen in 2- bis 3zähligen Wirteln. Ebenso die Staubgefäße, von denen 4, 6, seltener mehr vorhanden sind. Die Antheren öffnen sich mit Klappen oder mit Rissen. Fruchtknoten oberständig; zumeist ein 1blättriger, 1fächeriger Frucht-

Abb. 425. *Berberidaceae.* — Fig. 1—3. *Berberis vulgaris*; Fig. 1 blühender Kurztrieb; Fig. 2 u. 3 Blüte. — Fig. 4. Bl. von *Epimedium rubrum.* — Fig. 5. Bl. von *E. alpinum*, durchschn. — Fig. 1 nat. Gr., 2—5 vergr. — Original.

knoten, seltener mehrere solche; 1 bis viele, grundständige oder an der Bauchnaht stehende Samenanlagen. Frucht kapselartig, Schließfrucht oder (zumeist) Beere. Samen mit Endosperm.

Die große Verschiedenheit der unter dem Namen der Berberidaceen zusammengefaßten Typen entspricht den verschiedenen verwandtschaftlichen Beziehungen der Familie. Sie steht einerseits den drei vorhergehenden Familien, insbesondere den Ranunculaceen sehr nahe, weist anderseits auch Beziehungen zu den *Rhoeadales* auf (auch chemisch: Berberidin bei *Berberidaceae*, *Menispermaceae*, *Ranunculaceae* — *Papaveraceae*). Die Auffassung der beiden Unterfamilien als eigene Familien ist möglich, doch sind es dann zwei Familien, die auf das Innigste zusammenhängen. Dies kommt bei der Auffassung als Unterfamilie geradeso zum Ausdruck. Schwierig ist die Abgrenzung der *Berberidaceae* gegen die *Ranunculaceae.*

Berberis und *Mahonia* besitzen reizbare Filamente, die auf Berührung Bewegungen ausführen, welche mit der Pollenübertragung durch Tiere zusammenhängen[22]). Bestäubung durch Vermittlung von Insekten kommt häufig vor, doch auch Autogamie. Bei *Leontice* und *Podophyllum* sind die beiden Keimblätter mit den Stielen, bei *Jeffersonia* ganz miteinander verwachsen (vergl. Abb. 357).

Abb. 426. Frucht von *Jeffersonia diphylla* (*Berberidaceae*). — Nat. Gr. — Original.

Unterfamilie: **Berberidoideae.** Innere Perianthblätter Nektarien. Blätter fiederig oder einfach. — *Berberis.* Blätter einfach, Holzpflanzen. Blätter der Langtriebe oft als 1- bis 5teilige Dorne ausgebildet. Zahlreiche Arten, besonders im extratropischen Asien und in Mittel- und Südamerika. *B. vulgaris*, Berberitze, Sauerdorn, in Mitteleuropa (nördlich bis zum 60. Grad) verbreitet, in Nordamerika verwildert. Früchte genießbar. Relativ häufig als Zierpflanzen in Kultur: *B. aristata* (Himalaya), *B. Darwini* (Chile) u. a. — *Mahonia.* Blätter gefiedert, Holzpflanzen. Artenreich im pazifischen Nordamerika, in Ost- und Südasien. In Kultur sehr häufig *M. Aquifolium* (Nordamerika) mit wintergrünen Blättern. — *Nandina.* Blätter gefiedert, Strauch. *N. domestica* (China, Japan), auch in europäischen Gärten. — *Epimedium.* Stauden mit zusammengesetzten Blättern. *E. alpinum* in Südosteuropa. — *Jeffersonia diphylla* in Nordamerika. Staude mit 2teiligen Laubblättern. Frucht eine quer aufspringende Kapsel (Abb. 426). — *Leontice.* Stauden mit gefiederten Blättern. Mehrzahl der Arten in Südeuropa, im Orient und in Zentralasien, einzelne Arten in Nordamerika und Ostasien.

Unterfamilie: **Podophylloideae.** Keine Nektarien. Blätter nie gefiedert. — *Podophyllum peltatum* (Nordamerika) besitzt genießbare Früchte („May apple") und medizinisch verwendete („Resina Podophylli", „Podophyllumharz") giftige Wurzeln und Stengel; *P. Emodi* (Himalaya). — *Diphylleia cymosa* (Nordamerika). — *Hydrastis canadensis* (Nordamerika) liefert die offizinelle „Radix Hydrastidis", die „kanadische Gelbwurzel"; den vorher erwähnten Gattungen so nahestehend, daß sie von diesen nicht getrennt werden kann, wenn auch die „Merkmale" für die Zuzählung zu den *Ranunculaceae* sprechen.

21. Familie: **Nymphaeaceae**[23]). (Abb. 427.) Wasser- oder Sumpfpflanzen mit untergetauchten, schwimmenden oder über das Wasser hervorragenden Blättern. Blüten einzeln stehend, zwitterig. Perianth aus

[22]) Vgl. von neueren Arb.: Dop P., Rech. physiol. s. l. mouvem. d. étam. d. Berb. Bull. Soc. bot. France, LIII., 1906. — Chauveaud G., S. une nouv. interprét. d. mouvem., etc., l. c., LIII., 1906.

[23]) Caspary R. in E. P., III. 2, S. 1, 1891; Nachtr. III, S. 107; Nachtr. IV, S. 89. — Goebel K., Pflanzenbiol. Schilderungen. II. Marburg 1893. — Raciborski M., Die Morphologie der Cabombeen u. Nymphaeaceen. Flora, 78. Bd., 1894, S. 244. — Knoch E., Unters. üb. d. Morphol., Biol. u. Physiol. d. Blüte v. *Victoria regia*, Dissert., Marburg 1897; derselbe in Biblioth. botan., Heft 47, 1899. — Chifflot J., Contrib. à l'étude de la Classe des Nymph., Ann. Univ. Lyon, nouv. sér., fasc. X., 1902; Les glandes sept. chez les N., Bull. soc. sc. nat. Saône et Loire, 1906; Sur la déhisc. d. fruits, etc., l. c., 1906. — York H. H., The embryosac and embr. of *Nelumbo*. Ohio Natur., IV., 1904. — Conard H. S., The waterlilies. A Monogr. of *Nymphaea*. Washington 1905. — Cook M. Th., The embryogen. of s. Cuban Nymph., Bot. Gaz., XLII., 1906; Notes on the embryolog., etc., l. c., XLVIII., 1909. — Schuster J., Zur System. v. *Castalia* u. *Nymphaea*. Bull. herb. Boiss., 2. sér., VII. u. VIII., 1907 u. 1908. — Seaton S., The developm. of the embryosac of *Nymph. advena*. Bull. Torr. bot. Cl., XXXV., 1908. — Tuzson J., Morphol. u. syst. Glied. v. *Nymph. Lotos*. Math. u. naturw. Ber. aus Ung., XXV., 1909. — Nitzschke J., Beitr. z. Phylog. d. Monok., gegr. auf d. Embryosackentw. d. N. u. Helob. Beitr. z. Biol. d. Pfl., XII., 1914.

Abb. 427. — *Nymphaeaceae.* — Fig. 1. Blüte von *Nymphaea Lotus*, durchschn. — Fig. 2. Sammelfr. von *Nelumbo nucifera.* — Fig. 3. Frucht ders., durchschn. — Fig. 4. Keimling davon. — Fig. 5. Bl. v. *Cabomba aquatica.* — Fig. 6. Habitusbild von *Cabomba* sp. — Fig. 7. Bl. v. *Barclaya longifolia*, aufgeschn. — Fig. 8. Keimling von *Euryale ferox*, Fig. 9 von *Nymphaea* sp.; *a* = Athemorgan, *aw* = Adventivwurzeln, *c* = Cotyledo, *s* = Samen, *b* = erstes, b^2 zweites Blatt. — Fig. 1, 2, 6 etwas verkl., 3, 4 nat. Gr., 5, 7—9 etw. vergr. — Fig. 1—4, 8 u. 9 Original, 5 nach Caspary, 6 nach Goebel, 7 nach Hooker.

2 dreizähligen Wirteln bestehend, deren Glieder wenig verschieden sind *(Cabomboideae)* oder mit 3- bis 6-, selten mehrgliedrigem Kelche, welcher jenem Perianthium entspricht und ± zahlreichen, meist schraubig gestellten Blumenkronblättern, welche aus Staubgefäßen hervorgegangen sind. Staubgefäße 3 bis viele. Fruchtknoten oberständig oder halb- bis ganz unterständig, 3 bis viele, frei oder miteinander verwachsen, jedes Fach mit 1 bis vielen Samenanlagen, welche marginal oder parietal stehen. Schließfrüchte oder beerenartige Früchte.

Die Nymphaeaceen zeigen einerseits klare verwandtschaftliche Beziehungen zu Familien der *Polycarpicae* (*Berberidaceae*, *Ranunculaceae*), anderseits aber auch solche zu den *Rhoeadales*. Die gegenwärtigen Repräsentanten der Familie zeigen große Verschiedenheiten, was auf das mit dem hohen Alter der Familie zusammenhängende Aussterben der Bindeglieder zurückzuführen sein dürfte.

Milchsaftzellen in den vegetativen Organen. Anordnung der Gefäßbündel im Stamme an die Monocotyledonen erinnernd. Primäre Wurzel ± rückgebildet. An den Keimlingen von *Victoria* und *Euryale* kommen eigentümliche Atmungsorgane (Abb. 427, Fig. 8*a*) zur Entwicklung. Blattdimorphismus, nämlich Unterschied zwischen den untergetauchten Wasserblättern und den auf der Wasseroberfläche befindlichen Schwimmblättern sehr häufig. Pollenübertragung durch Insekten, speziell bei *Victoria regia* sicher durch Käfer. Autogamie bei *Euryale* und *Nymphaea*-Arten festgestellt. Mehrere *Nymphaea*-Arten entwickeln blattbürtige Sprosse als vegetative Vermehrungsorgane. Bei *Nuphar* treten die Fruchtknotenblätter bei der Reife aus dem Verbande, die innere Gewebeschicht derselben wird lufthältig und fungiert als Schwimmorgan. Ähnlich wirken Luftansammlungen zwischen Arillus und Samen bei *Nymphaea*.

A. **Cabomboideae.** Perianthium aus 6 Blättern gebildet. Fruchtknotenblätter frei. — *Cabomba*. Wasserblätter vielteilig, Schwimmblätter schildförmig. Subtropisches und tropisches Amerika. — *Brasenia*. Alle Blätter schildförmig. In den Tropen verbreitet.

B. **Nelumboideae.** Perianthium vielblättrig. Fruchtknoten frei, in der verkehrtkegelförmigen Blütenachse eingesenkt. — *Nelumbo lutea* im atlantischen Nordamerika und Zentralamerika; *N. nucifera*, „indische Lotosblume", im tropischen und subtropischen Asien. Beide mit langgestielten, über das Wasser emporragenden, schildförmigen Blättern. Die stärkereichen Samen und Rhizome der zweitgenannten Art liefern Mehl.

C. **Nymphaeoideae.** Perianthium vielblättrig. Schildförmige Schwimmblätter, außerdem häufig einfachere Wasserblätter. Fruchtknotenblätter vereinigt. — *Nuphar*. Kelchblätter 5, Fruchtknoten oberständig. Samen ohne Arillus. Nördlich extratropisch. In Europa verbreitet *N. luteum*, die „gelbe Nixenblume", „Seekandel", mehrere Arten in Nordamerika. — *Barclaya*. Kelchblätter 5, frei, Blkr. (diese röhrenförmig) über dem Fruchtknoten stehend. Tropisches Asien. — *Nymphaea* (= *Castalia*). Kelchblätter 4. Fruchtknoten halbunterständig. Arillus. *N. candida* und *N. alba*, Seerosen, in Europa verbreitet, mit weißen Blüten; ebenfalls weißblühend *N. Lotus*, die ägyptische „weiße Lotosblume", in Nordostafrika (isoliertes Vorkommen in Ungarn). *N. coerulea*, die „blaue Lotosblume" (Nordostafrika), besitzt blaue Blüten. *N. stellata* (trop. Asien) und *N. sansibariensis* (trop. Afrika) mit blauen, roten oder weißen Blüten werden in neuerer Zeit häufig in Warmwasserbassins, eine unter dem Namen *N. Marliacea* bekannte Gartenzüchtung in Gärten im Freien als Zierpflanze gezogen. Rote Blüten besitzen die nordamerikanischen Arten *N. odorata* und *N. tetragona* u. a. — *Victoria*. Kelchblätter 4. Fruchtknoten ganz unterständig. *V. regia*, berühmt durch ihre riesigen (gegen 2 Meter im Durchmesser haltenden), am Rande aufgekrümmten Schwimmblätter. Tropisches Amerika, besonders Amazonasgebiet; in den Tropen und in extratropischen Gebieten (in Warmwasserbassins) viel kultiviert. Samen genießbar. — *Euryale ferox*. Tropisches Asien.

Den Nymphaeaceen schließt sich die kleine Familie der (22.) **Ceratophyllaceae**[24]) an. Untergetauchte, wurzellose Wasserpflanzen mit schmalen, quirlig gestellten, gabelig geteilten Blättern und kleinen, eingeschlechtigen Blüten. Perianth 9- bis 12blättrig. Staubgefäße 10—20. Fruchtknoten 1, oberständig, mit 1 Samenanlage. Nuß oft mit Stacheln. — Pollenübertragung durch das Wasser. — *Ceratophyllum submersum* und *demersum*, Hornblatt. Verbreitet.

Den *Polycarpicae* nahestehende Familien von unsicherer Stellung:

Abb. 428. *Nepenthaceae.* — Fig. 1. Blühender Sproß von *Nepenthes ampullaria* mit ♂ Bl. — Fig. 2 ♂ Blüte derselben. — Fig. 3. Kanne von *N. Rafflesiana.* — Fig. 4 Junge Frucht derselben. — Fig. 5. Kanne von *N. ampullaria.* — Fig. 6. Diagramm der ♂, Fig. 7 der ♀ Bl. — Fig. 1, 3, 5 etw. verkl., 2 u. 4 etw. vergr. — Fig. 1—4 nach Bot. Mag., Fig. 5 nach Goebel, Fig. 6 u. 7 nach Eichler.

23. Familie: **Nepenthaceae**[25]). (Abb. 428.) Halbsträucher, mit Blattranken klimmend. Blätter wechselständig, entweder in eine Ranke oder

[24]) Engler A. in E. P., III. 2, S. 10, 1891; Nachtr. III, S. 107. — Strasburger E., Beitr. z. Kenntn. v. *Cerat. subm.* Jahrb. f. wiss. Bot., XXXVII., 1902. — Glück H., Biol. u. morph. Unters. üb. Wasser- u. Sumpfpfl., II., 1906.

[25]) Wunschmann E. in E. P., III. 2, S. 253, 1891; Nachtr. IV, S. 106. — Macfarlane J. M., Pitchered plants, Ann. of Bot., vol. VII., 1893; *Nepenthaceae* in Engler A., Das Pflanzenreich, 36. Heft, 1908. — Goebel K., Pflanzenbiol. Schild., II., 1891—1893. —

überdies in einen schlauchartigen Teil (Ascidium) oder nur in einen solchen ausgehend. Blüten eingeschlechtig, zweihäusig, mit 4blättrigem Perianthium. Staubgefäße 4 bis 16, mit den Filamenten zu einer Säule verwachsen. Pollenkörner in Tetraden. Fruchtknoten oberständig, aus 4 miteinander zu einem 4fächerigen Fruchtknoten verwachsenen Blättern bestehend. Samenanlagen zahlreich, mehrreihig an den Rändern der Fruchtblätter stehend. Frucht eine fachspaltige Kapsel. Samen mit Nährgewebe.

Die interessantesten Bildungen stellen die Schlauchblätter dar, die an der ganzen Pflanze oder nur im basalen Teil derselben (daher häufiges Zurückschneiden der Pflanzen bei Glashauskultur!) auftreten. Die Schlauchblätter zeigen einen flächig verbreiterten, grünen, basalen Teil, dann einen stiel-, bzw. rankenförmigen und endlich den becher- oder schlauchförmigen Teil, die „Kanne", die von einem deckelähnlichen Endlappen abgeschlossen wird. Bei vielen Arten zeigen die Schlauchblätter einen Dimorphismus, die basalen oder an Kurztrieben vorkommenden sind anders gebaut als die später und an Langtrieben sich entwickelnden. Die Innenwand der Kanne zeigt drei wesentlich verschiedene Zonen: an der Mündung den „Ring", dann eine obere „Gleitzone" ohne Drüsen, aber mit Wachsüberzug und nach abwärts gerichteten Trichomen und eine untere „Drüsenzone" mit zahlreichen kuchenförmigen, vielzelligen Drüsen (Digestionsdrüsen). Auch am Deckel, am Rande der Kanne, im Ringe und an anderen Stellen finden sich die Drüsen, die zuckerhaltigen Saft sezernieren. Die Funktion der Kannen ist zweifellos sichergestellt. Sie dienen dem Fange von Tieren, welche zum Teil durch die Sekrete der Honigdrüsen angelockt werden und deren Körper durch ein von den Kannen ausgeschiedenes peptonisierendes Enzym (?) verdaut werden. *Nepenthes* gehört demnach zweifellos zu den „insektivoren" Pflanzen. Pollenübertragung durch Insekten.

Die systematische Stellung der *Nepenthaceae*, sowie die der beiden folgenden Familien ist schon viel diskutiert, speziell die Verwandtschaft der *Sarraceniaceae* mit den *Polycarpicae* schon mehrfach angenommen worden. Die vielfach vermutete Verwandtschaft der Nepenthaceen mit den Droseraceen ist höchst unwahrscheinlich, die den Cephalotaceen oft angewiesene Stellung unter den *Rosales* wäre eine sehr isolierte.

Es ist zur Begründung des hier angenommenen Anschlusses aller 3 Familien an die *Polycarpicae* zu betonen, daß alle drei Familien Merkmale aufweisen, die in dieser Reihe häufig vorkommen, so die *Nepenthaceae* eingeschlechtige Blüten mit einfachem Perianth, zu einer Säule verbundene Staubgefäße mit extrorsen Antheren, marginale Samenanlagen usw. (Analogien bei den Aristolochiaceen und Menispermaceen), die *Cephalotaceae* einfaches, 6blättriges Perianthium und 6 freie Karpelle (Analogien bei den Menispermaceen und Ranunculaceen), die *Sarraceniaceae* einfaches oder doppeltes Perianth, zahlreiche Staubgefäße, synkarpes Gynöceum mit marginaler Plazentation (Analogien bei den Ranunculaceen und Nymphaeaceen). Die Eigentümlichkeiten halten sich durchwegs innerhalb jener Grenzen, innerhalb deren sich die Entwicklung zweifelloser *Polycarpicae* bewegt. Auch das häufige Vorkommen schildförmiger, in der Jugend eingerollter Blätter bei vielen *Polycarpicae* ermöglicht eine Vorstellung von der Entstehung der Schlauchblätter (vgl. z. B. die Blattentwicklung von *Cephalotus* mit der von *Caltha dionaeifolia*, *C. andicola* u. a.). Was die Beziehungen der 3 Familien zueinander anbelangt, so sind *Cephalotaceae* und *Sarraceniaceae* einander ähnlicher als beide den Nepenthaceen. Die hier vorgenommene Aufnahme der 3 Familien im Anschluß an die *Polycarpicae* entspricht auch der Wahrscheinlichkeit, daß in so weitgehendem Maße ähnliche Bildungen, wie die Kannen- bzw. Schlauchblätter, sich doch nur bei Formen analoger Verwandtschaft finden. Leider haben bisher weder chemische

---

Beck G. v., Die Gattung *Nephentes*. Wien. ill. Gartenzeitg., 1895. — Heinricher E., Zur Biolog. v. *Nephentes*. Ann. jard. bot. Buitenzorg, XX., 1906. — Solms-Laubach H. Grf. in Bot. Zeitg., 65. Jahrg., II. Abt., S. 1, 1907. — Stern K., Beitr. z. Kenntn. d. *Nepenthac.* Flora, 109. Bd., 1917. — Oye P., Zur Biol. d. Kanne o. *Nep.*, Biol. Zentralbl., 41. Bd., 1921.

noch sero-diagnostische Untersuchungen Anhaltspunkte für die Klärung der systematischen Stellung der 3 Familien ergeben.

Hauptverbreitung der *Nepenthaceae* im Tropengebiet von Madagaskar und Indien bis Australien, die größte Zahl der Arten auf Borneo. Zahlreiche Arten, auch Hybriden, werden in Gewächshäusern kultiviert („Kannenpflanzen"), so *Nepenthes destillatoria* (Ceylon), *N. Rafflesiana* (Malay.), *N. ampullaria* (Malay.) u. a., als leicht zu kultivieren bezeichnet Solms *N. maxima* (= *N. Curtisii*), *N. Mastersiana* und *N. Morganiae* (die beiden letzteren sind Hybriden). Durch die Größe der Kannen sind ausgezeichnet *N. Rajah* (Borneo), *N. Northiana* (Borneo), *N. maxima* (Celebes, Borneo) u. a.

Abb. 429. *Cephalotaceae* u. *Sarraceniaceae*. — Fig. 1. *Cephalotus follicularis*, ganze Pfl. — Fig. 2. Blatt von *Sarracenia variolaris*, Fig. 3 von *Sarracenia* „*laciniata*". — Fig. 4. Blüte von *Sarracenia flava*, durchschn. — Fig. 5. Blatt von *Darlingtonia californica*. — Alle Fig. bis auf Fig. 4 verkl. — Fig. 1 nach Baillon, Fig. 2, 3 u. 5 nach Kerner, 4 Original.

24. Familie: **Cephalotaceae**[26]). (Abb. 429, Fig. 1.) Krautige Pflanze mit grundständigen, zum Teile „kannen"tragenden Blättern. Blüten zwitterig, mit einfachem, 6blättrigem Perianth. Staubgefäße 12,

[26]) Engler A. in E. P., III. 2 a, S. 39, 1891; Nachtr. III, S. 140. — Goebel K., Pflanzenbiolog. Schild., II. 1891/93. — Macfarlane J. M., Pitchere plants, II. Ann. of Bot., VII., 1893. — Hamilton A. G., Notes on the Australian Pitcher-Plant. Proc. Linn. Soc. N. S. Wales, XXIX., 1904. — Schweiger J., Vergl. Unters. üb. *Sarracenia* u. *Cephalotus follic.* usw. Beih. bot. Zentralbl., XXV., 2. Abt., 1909.

Fruchtknotenblätter 6, frei, mit 1 bis 2 grundständigen Samenanlagen. Balgfrucht. Samen mit Nährgewebe.

Die Blätter sind zum Teil Assimilationsblätter, zum Teil (die unteren) Kannenblätter. Letztere sind kurz gestielt, tragen eine bauchige, außen mit Leisten versehene, an der Mündung einen gerippten Ring und einen Deckel aufweisende Kanne. An der Außenseite des Deckels, ferner im Innern der Kanne unter dem Ringe finden sich vielzellige eingesenkte Drüsen. Ebensolche und Wasserspalten finden sich im Innern der Kanne auf zwei polsterförmigen Vorsprüngen. Der unterste Teil der Kannen-Innenwand ist drüsenfrei. Die Kannen dienen zweifellos dem Tierfange. Ein die Verdauung bewirkendes Enzym wird nicht ausgeschieden; der Zerfall der Tierkörper wird durch Mikroorganismen bewirkt, dabei wird die Entwicklung der gewöhnlichen Fäulnisspaltpilze durch einen von der Pflanze ausgeschiedenen Stoff gehemmt.

Einzige Art: *Cephalotus follicularis* in Westaustralien.

25. Familie: **Sarraceniaceae**[27]). (Abb. 429, Fig. 2 bis 5 u. Abb. 430.) Krautige Pflanzen mit größtenteils schlauchförmigen Blättern. Blüten zwitterig, einzeln oder in Trauben. Perianth einfach, 5blättrig oder doppelt mit 5 Kelch- und 5 Blumenkronblättern. Außerhalb des Kelches oft Hochblätter. Staubgefäße zahlreich. Fruchtknoten aus 5 miteinander verwachsenen Fruchtknotenblättern bestehend, 5fächerig mit zahlreichen marginalen Samenanlagen. Fachspaltige Kapsel. Samen mit Nährgewebe.

Abb. 430. *Sarracenia flava*, Blüte. — Nat. Gr. — Original.

Die meisten der grundständigen Blätter sind kurz gestielt und stellen ein schlauch- oder eng trichterförmiges Gebilde dar, das an der der Achse zugewendeten Seite eine flügelförmige Leiste trägt und in ein zipfel- oder deckelförmiges Ende ausgeht. Die Mündung des Schlauches bildet ein ± wulstiger Ring. An der Innenseite der Schläuche sind bei *Sarracenia* 4 Zonen zu unterscheiden; zu oberst an der Innenseite des Deckels die „Drüsenzone“ mit nach abwärts gerichteten Haaren und Honig absondernden Drüsen, es folgt die „Gleitzone“ mit dachziegelförmig gedrängt stehenden und nach abwärts gerichteten Zellvorsprüngen und Drüsen, die „Reusenzone“ mit langen nach abwärts gerichteten Haaren und endlich die unterste Zone ohne Haare und Drüsen. Bei *Darlingtonia* finden sich Drüsen nur im helmartigen Teile des Blattes. Bei *Heliamphora* fehlt die Gleitzone.

Die Schlauchblätter dienen auch hier dem Tierfange. Es wird weder ein eiweißlösendes Enzym noch ein fäulnishemmender Stoff ausgeschieden. Durch die Innenwand der Schläuche werden Zersetzungsprodukte der faulenden Tierkörper aufgenommen.

[27]) Wunschmann E. in E. P., III. 2, S. 244, 1891; Nachtr. III, S. 134. — Goebel K., Pflanzenbiol. Schilderungen. II., 1891—93. — Macfarlane J. M., Pitchered insectiv. plants, II, Ann. of Bot., VII., 1893; *Sarraceniaceae* in Engler A., Das Pflanzenreich, 34. Heft, 1908. — Streve, The developm. and anat. of *S.* Bot. Gaz., 42., 1906. — Krafft S., Beitr. z. Kenntn. d. Gattg. *Heliamphora*. Dissert., Erlangen, 1898. — Nichols M. L., The developm. of the Pollen of *S.* Bot. Gaz., XLV., 1908.

Heliamphora. Perianth einfach. Blüten in Trauben. Schlauchblätter nach oben erweitert, mit kurzem Anhängsel. *H. nutans* in Britisch-Guiana. — *Sarracenia.* Kelch und Korolle. Griffel schirmförmig, an der Unterseite mit kleinen Narben. Blüten einzeln. Schlauchblätter mit Deckel. Sieben Arten im atlantischen Nordamerika. Häufig in Gewächshäusern kultiviert, besonders *S. flava*, *S. purpurea*, *S. rubra*, ferner Hybriden. — *Darlingtonia.* Kelch und Korolle. Griffel kopfförmig. Blüten einzeln. Schlauchblätter oben helmartig mit zipfelförmigen Anhängseln. *D. californica*, Kalifornien, Oregon.

19. Reihe. *Rhoeadales.*

Vorherrschend krautige Pflanzen mit wechselständigen Blättern, ohne Nebenblätter, seltener mit solchen. Blüten aktinomorph oder zygomorph, vorherrschend zwitterig, mit doppeltem Perianthium (Kelch und Korolle). Perianthkreise 2- bis 4-, selten 5zählig. Staubgefäße in gleicher Zahl wie die Blumenkronblätter oder mehr. Fruchtknoten aus 2 bis vielen, synkarpen, seltener apokarpen Fruchtknotenblättern gebildet, einfächerig oder durch sekundäre Bildungen mehrfächerig, mit parietaler Plazentation und in der Regel oberständig. Narben häufig kommissural, d. h. über den Verbindungslinien der Fruchtknotenblätter stehend.

In histologischer Hinsicht ist für die *Rhoeadales* charakteristisch das Vorkommen von Milchsaftzellen und gegliederten Milchsaftröhren bei den meisten Papaveraceen[28]), von „Schlauchzellen" bei den Fumarioideen[29]), von Myrosinzellen bei den übrigen Familien[30]).

Die Verwandtschaft der in dieser Reihe zusammengefaßten Familien ist ganz zweifellos; sie wurde in neuerer Zeit sero-diagnostisch durch klare Reaktionen erwiesen[31]) und morphologisch durch die eingehenden Untersuchungen von Murbeck[32]) begründet. Der Blütenbau aller *Rhoeadales* läßt sich auf einen Grundplan zurückführen, der durch die Formel $P_2 + {}_2 + {}_2 A_2 + {}_2 G_2$ oder $P_3 + {}_3 + {}_3 A_3 + {}_3 G_3$ ausgedrückt werden kann. (Vgl. Abb. 431.) Eine größere Gliederzahl ist nicht ursprünglich, sondern abgeleitet.

Damit schließt sich die Reihe klar den *Polycarpicae*, speziell den *Berberidaceae* und ihren Verwandten an. Innerhalb der *Rhoeadales* bilden die *Capparidaceae* und *Cruciferae* eine inniger zusammengehörende Gruppe. Die *Papaveraceae* mit einerseits ursprünglichen Merkmalen (extrorse An-

---

28) Vgl. Léger L. J., Appareil végét. des P. Mem. Soc. Linn. de Normandie, tom. XVIII, 1894—95.

29) Vgl. Heinricher E., Vorl. Mitt. über die Schlauchzellen der Fumariac. Ber. d. deutsch. bot. Ges., V., S. 233, 1887.

30) Vgl. Heinricher E., Die Eiweißschläuche der Cruciferen usw. Mitt. aus dem bot. Inst. Graz, I., 1886. — Guignard L., Recherch. s. l. localisat. de princ. act. des Crucif. Journ. de Bot., tom. IV, 1890. — Schweidler J. H., Die systematische Bedeutung der Eiweiß- oder Myrosinzellen der Cruciferen usw. Ber. d. deutsch. bot. Ges., XXIII., S. 274, 1905.

31) Preuß A., Sero-diagn. Unters. üb. d. Verw. innerhalb d. *Parietales*. Beitr. z. Biol. d. Pfl., XIII., 1917.

32) Murbeck S., Unters. üb. d. Blütenbau d. Papav. K. Sv. Vetensk. Hand., Bd. 50, 1912.

theren, ungeteilte innere Perianthblätter), anderseits abgeleiteten Merkmalen (Vielzähligkeit des Androeceums, Zygomorphie) bilden eine zweite, ebenso die *Resedaceae* (ursprüngliches Merkmal die Apokarpie bei einigen Gattungen)

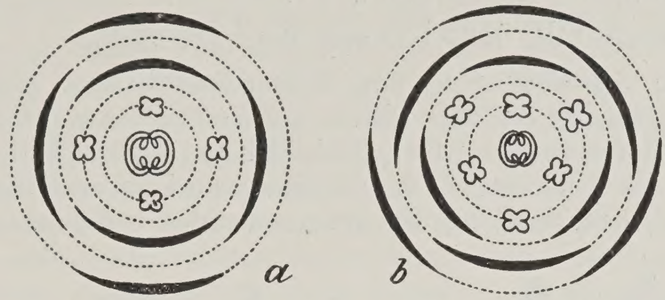


Abb. 431. Grundplan der Blüten der *Rhoeadales* nach Murbeck.

eine dritte Gruppe. Die 3 Gruppen erscheinen als Ausstrahlungen desselben Typus nach verschiedenen Richtungen.

Die *Resedaceae* und *Capparidaceae* zeigen anderseits recht klare Beziehungen zu den *Parietales*.

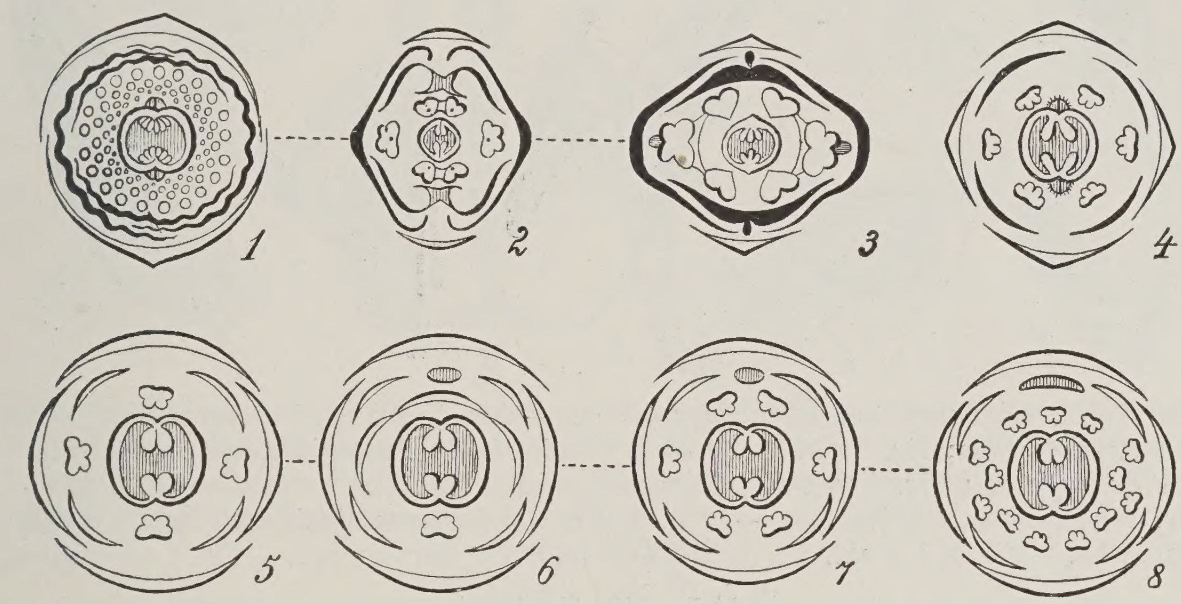


Abb. 432. Blütendiagramme einiger *Rhoeadales*. — Fig. 1—3. *Papaveraceae:* Fig. 1. *Glaucium.* — Fig. 2. *Hypecoum procumbens.* — Fig. 3. *Dicentra formosa.* — Fig. 4. *Cruciferae.* — Fig. 5—8. *Capparidaceae:* Fig. 5. *Cleome tetrandra.* — Fig. 6. *Dactylaena micrantha.* — Fig. 7. *Cleome spinosa.* — Fig. 8. *Polanisia graveolens.* — Nach Eichler.

1. Familie: **Papaveraceae**[33]). (Abb. 432, Fig. 1 bis 3, Abb. 433, 434.) Krautige Pflanzen, nur selten Sträucher oder Bäume, häufig mit Milch-

---

[33]) Prantl K. und Kündig J. in E. P., III. 2, S. 130, 1891; Nachtr. III, S. 129; Nachtr. IV, S. 6. — Jost L., Die Erneuerungsweise von *Corydalis solida.* Bot. Zeitg., XLVIII., 1890. — Prain D., Some additional *Papav.*, Journ. of Asiat. Soc. Beng., LXIV., 1895; Some add. *Fumariac.*, l. c., LXV., 1896; A Review of the gen. *Meconopsis* and *Cathcartia*, Ann. of Bot., XX., 1906. — Tischler G., Unters. üb. d. Entw. des Endosperms u. d. Samenschale von *Corydalis.* Verh. d. naturf.-med. Ver. Heidelberg, VI., 1900. — Greene E. L., *Platystemon* and its Allies, Pittonia, 1903; Revision of *Eschscholtzia*, Pittonia, 1905.

saft. Blüten aktinomorph oder zygomorph, meist mit 2 (in der Regel bald abfallenden) Kelchblättern und 4 Kronenblättern, 4 bis zahlreichen Staubgefäßen und einem 2- bis vielblättrigen, synkarpen, einfächerigen, 1- bis vielsamigen, oberständigen Fruchtknoten. Frucht eine Kapsel, Bruchfrucht oder Schließfrucht. Samen mit ölhaltigem Endosperm.

Bemerkenswerte Abweichungen vom Typus: baumartiger Habitus bei *Bocconea arborea* (Mexiko, Guatemala), 3zählige Blüten bei *Hesperomecon*, *Meconella*, *Platystemon*, *Rhomneya* (alle 4 pazifisches Nordamerika), schließlich apokarpes Gynöceum bei *Platystemon*, teilweise Versenkung des Gynöceums in die Blütenachse bei *Eschscholtzia*, kronenlose Blüten bei *Macleya* und *Bocconea*, Spaltung der inneren Petalen bei *Sanguinaria*, vollständiges

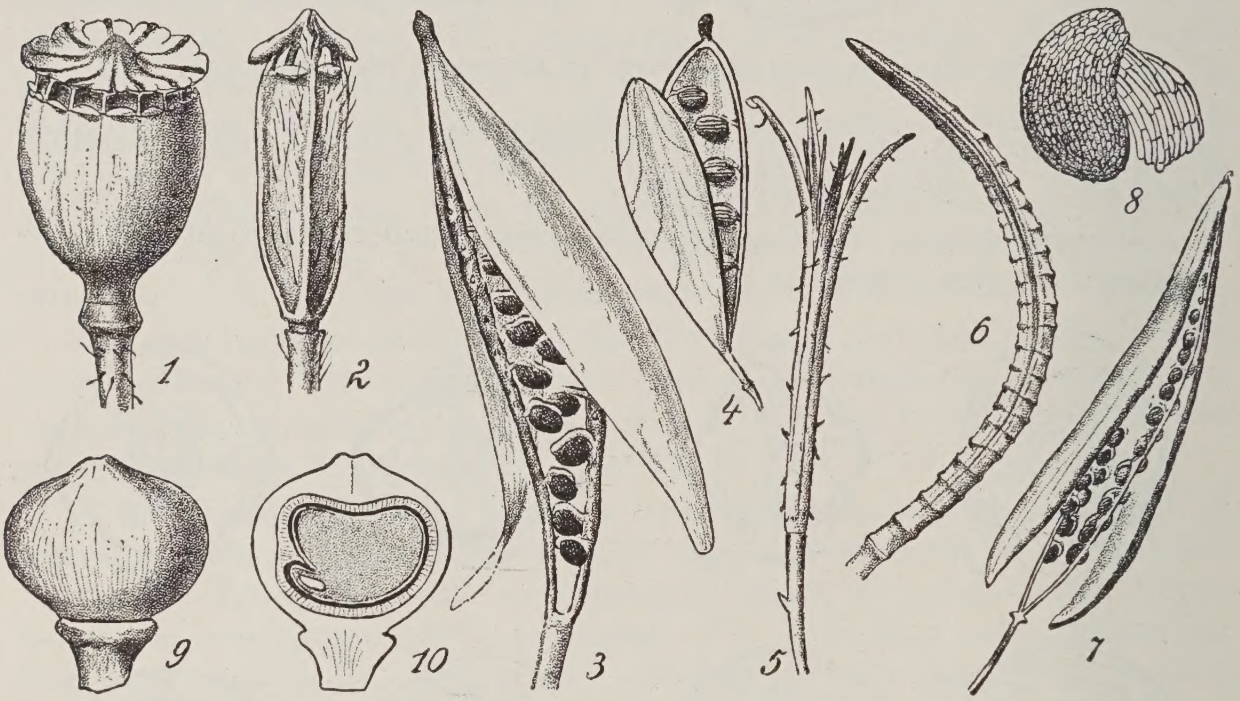


Abb. 433. Früchte und Samen von *Papaveraceae*. — Fig. 1. Fr. von *Papaver Rhoeas*; Fig. 2 von *P. pyrenaicum*; Fig. 3 von *Sanguinaria canadensis*; Fig. 4 von *Macleya cordata*; Fig. 5 von *Roemeria* sp.; Fig. 6 von *Hypecoum procumbens*; Fig. 7 von *Chelidonium maius*. — Fig. 8. Samen von *Chelidonium*. — Fig. 9. Fr. von *Fumaria officinalis*; Fig. 10 dieselbe durchschn. — Fig. 3, 5, 6 nat. Gr., 1, 2, 4, 7 etwas, 8—10 stärker vergr. — Fig. 1—8 Original, 9 u. 10 nach Baillon.

Fehlen des inneren Staubgefäß-Wirtels bei *Pteridophyllum* und einigen *Meconella*-Arten usw. — Die Bestäubung erfolgt in der Regel durch Vermittlung von Insekten; die *Hypecooideae* und *Papaveroideae* besitzen honiglose Pollenblumen, die *Fumarioideae* scheiden Honig aus. Samenverbreitung häufig durch Ameisen, welche durch ein an der Basis der Samenanlage entspringendes saftiges Anhängsel angelockt werden (Analogon der Arillusbildungen mancher *Polycarpicae*!).

Vorherrschend in nördlich-extratropischen Gebieten.

Unterfamilie: **Hypecooideae.** Alle Kronblätter ungespornt. Staubgefäße 4. — *Hypecoum* (medit., Zentralas.).

— Shaw Ch. H., Note on the sexual gen. and the developm. of the seed-coats etc. Torr. Cl., XXXI., 1904. — Fedde F., *Papaveraceae-Hypecoideae* et *Papaveroideae* in Engler A., Pflanzenreich, 40. Heft, 1909. — Ljungdahl H., Zyt. d. Gattg. *Papaver*. Sv. bot. Tidskr., XVI., 1922.

Unterfamilie: **Pteridophylloideae.** Alle Kronblätter ungespornt. Staubgefäße (meist) 2. — *Pteridophyllum* (Japan).

Unterfamilie: **Papaveroideae.** Alle Kronblätter ungespornt. Staubgefäße 6 bis zahlreich. — *Papaver*, Mohn. Fruchtknoten mit 4 bis 20 Fruchtknotenblättern, scheibenförmiger, 4- bis 20lappiger Narbe. Das bei den meisten anderen *Papaveroideae* bei der Fruchtreife eintretende Ablösen der sterilen Fruchtblatteile (vgl. Abb. 433, Fig. 3, 4, 7) erfolgt nur im oberen Teil der Frucht, daher Porenkapsel (Fig. 1 u. 2). Zahlreiche Arten. *P. somniferum*, der Gartenmohn, wird in zahlreichen Rassen, besonders solchen mit geschlossen bleibenden Kapseln kultiviert. Liefert die als Gewürz und zur Ölbereitung verwendeten Samen, ferner das Opium, welches den eingetrockneten, durch Einschneiden der jungen Kapseln gewonnenen Milchsaft darstellt. Wirksamer Bestandteil insbesondere Morphin. Zur Opiumgewinnung wird *P. somniferum* insbesondere in Südosteuropa und Südwestasien gebaut. In Gärten als Zierpflanzen Rassen mit gefüllten Blüten. — *P. Rhoeas*, der Klatschmohn, eine jetzt weit verbreitete Ruderal- und Unkrautpflanze, liefert in den Korollen die medizinisch verwendeten „Flores Rhoeados". — *P. nudicaule*[33a]) (zirkumpolar-arktisch),

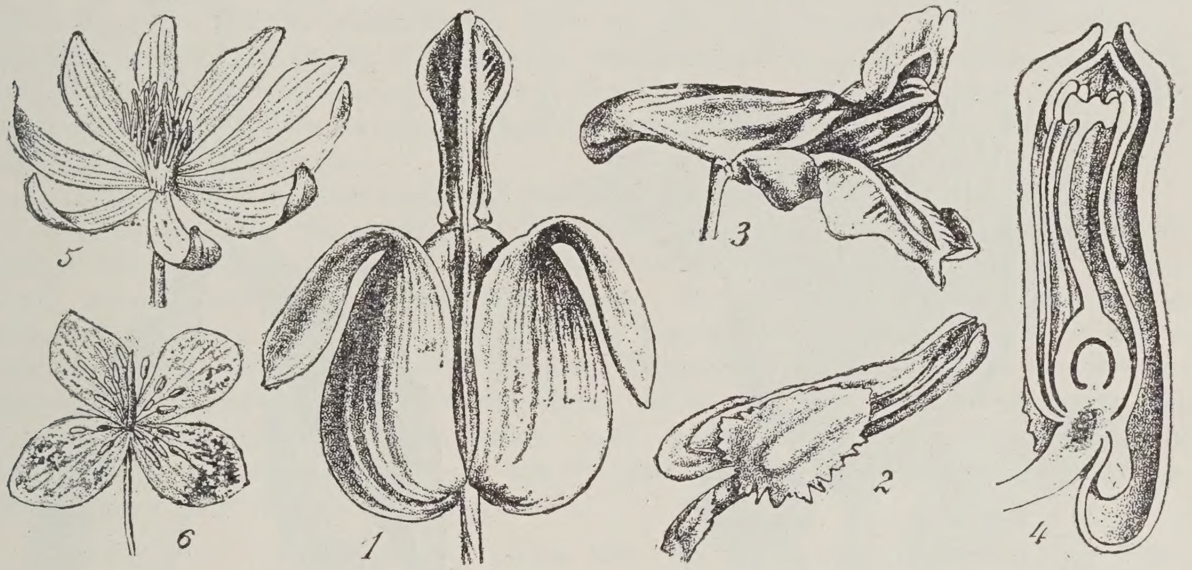


Abb. 434. *Papaveraceae.* — Fig. 1—4. *Fumarioideae:* Fig. 1 Bl. v. *Dicentra spectabilis*, Fig. 2 v. *Fumaria capreolata*, Fig. 3 v. *Corydalis cava*, Fig. 4 v. *Fumaria officinalis* im Längsschn. — Fig. 5 u. 6. *Papaveroideae:* Fig. 5 Bl. v. *Sanguinaria canadensis*, Fig. 6 v. *Chelidonium maius.* — Fig. 5 u. 6 nat. Gr., alle anderen Fig. etw. vergr. — Fig. 4 nach Baillon, die übrigen Original.

P. orientale und *P. bracteatum* (beide Orient) häufig gebaute Zierpflanzen. — *Argemone mexicana* (tropisch. Amerika) in die wärmeren Gebiete der ganzen Erde verschleppt. — *Chelidonium*, Schöllkraut, Frucht zweiblättrig, mit Klappen aufspringend. *C. maius* verbreitet, mit gelbem Milchsaft; giftig. — *Sanguinaria canadensis* (atlantisches Nordamerika) in Nordamerika medizinisch verwendet. — *Eschscholtzia californica*, *Rhomneya Coulteri* (Kaliforn.), Zierpflanzen.

Unterfamilie: **Fumarioideae.** Beide äußeren Kronblätter oder eines derselben mit sackartiger Erweiterung oder Sporn. Blüten transversal- oder median-zygomorph. 2 dreiteilige Staubgefäße. (Über die Ableitung derselben von den 4 Staubgefäßen der *Hypecooideae* vgl. Abb. 432, Fig. 2 u. 3.)

A. Beide äußeren Kronblätter gespornt; *Dicentra*, *D. spectabilis* (China, Japan), beliebte Zierpflanze. — *Adlumia fungosa* (Nordamerika), Zierpflanze mit Blattranken. — *B.* Nur eines der beiden äußeren Kronblätter gespornt: *Corydalis*, Lerchensporn. Mehr-

[33a]) Über den Unterschied von dem von Schweden bis Grönland vorkommenden *P. radicatum* vgl. Lundström E. in Acta horti Berg., Bd. 7, Nr. 4, 1923.

samige Kapseln. Artenreiche Gattung. *C. cava* (Europa), *C. solida* (Europa) und verwandte Arten mit unterirdischer Knollenbildung. Diese Knollen sind von sehr verschiedenem Aufbaue. Der Knollen von *C. cava* ist ein anfänglich aus dem Hypokotyl hervorgehender Stammknollen, der bei starkem Dicken- und geringem Längenwachstum sich allmählich vergrößert, dabei aber die älteren Teile abstößt; er stellt schließlich ein fortwachsendes Rhizom dar. Bei *Corydalis solida* und anderen Arten dagegen entsteht der junge Knollen im Innern des Hypokotyls und alljährlich wird unter einem am Scheitel des bisherigen Knollens auftretenden Seitensproß ein neuer Knollen gebildet, der im oberen Teil Stamm-, im unteren Teil Wurzelcharakter hat, während der frühere Knollen abstirbt. Bei den knollentragenden *Corydalis*-Arten trägt der Keimling nur 1 (aus der Verwachsung von zweien entstandenes) Keimblatt; die Entwicklung des Keimlings erfolgt im Samen erst nach dessen Abfallen. — *C. lutea* und *C. ochroleuca* (Südeuropa) ohne Knollen, sind häufig kultivierte, perennierende Zierpflanzen. — Einige *Corydalis*-Arten (z. B. *C. umbrosa* in Nordafrika) haben dimorphe Früchte: im oberen Teil der Infloreszenz Kapseln, unten Schließfrüchte. — *Fumaria*, Erdrauch, mit 1samigen Schließfrüchten. Zahlreiche Arten im Mediterrangebiete. In Europa verbreitet *F. Vaillantii* und *F. officinalis*.

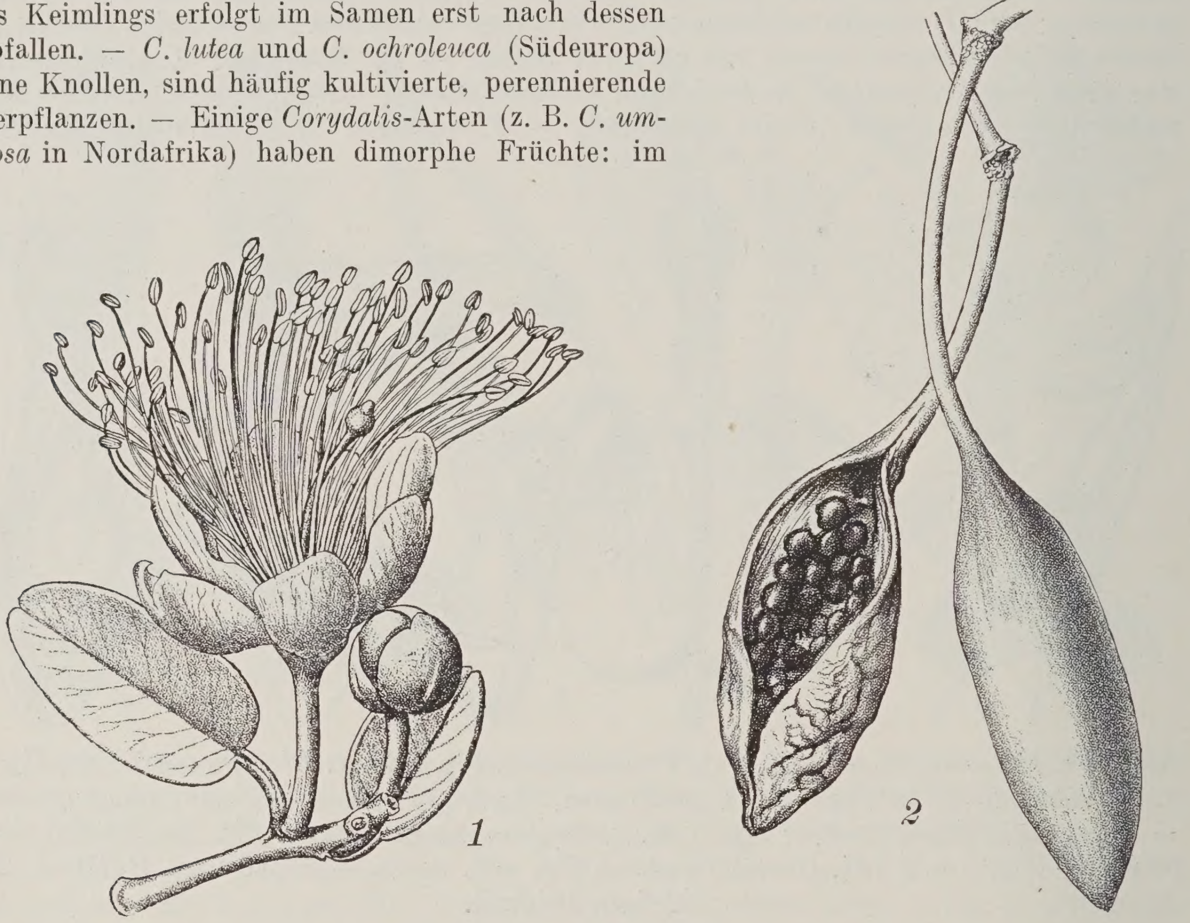


Abb. 435. *Capparidaceae*. — Fig. 1. Blütenzweig von *Capparis spinosa*. — Fig. 2. Früchte von *Capparis rupestris*. — Nat. Gr. — Original.

Zwischen den *Papaveraceae* und den *Capparidaceae* steht die kleine (2.) Familie der ***Tovariaceae*** (tropisch-andines Südamerika) mit 8blättrigem Kelch und ebensolcher Korolle, 8 Staubgefäßen und 6- bis 8blättrigem Gynöceum, das ebensoviel-fächerig wird.

3. Familie: **Capparidaceae**[34]). (Abb. 432, Fig. 5—8 und 435.) Kräuter oder Sträucher ohne Milchsaft mit einfachen oder fingerig zusammengesetzten Blättern, oft mit Nebenblättern. Blüten aktinomorph oder (häufiger) zygo-

[34]) Pax F. in E. P., III. 2, S. 209, 1891; Nachtr. III, S. 134; Nachtr. IV, S. 105. — Pestalozzi A., Die Gattung *Boscia*. Bull. de l'Herb. Boiss., IV., 1898. — Greene E. L. in Pittonia, IV., 1900.

morph. Kelch 4blättrig, Krone in der Regel mit 4 diagonal gestellten Blättern. Andröceum sehr mannigfaltig, 4 mit den Petalen alternierende Staubgefäße (Abb. 432, Fig. 5) oder 6 Staubgefäße, wobei 4 auf die Spaltung der beiden medianen zurückgeführt werden können (Abb. 432, Fig. 7) oder (durch weitergehende Spaltungen) 8 bis ∞. Manchmal ein Teil der Staubgefäße staminodial (z. B. Abb. 432, Fig. 6). Gynöceum 2-, seltener mehrblättrig, mit parietaler Plazentation, manchmal, besonders bei größerer Blattzahl die Plazenten scheidewandartig nach innen vorspringend. Frucht kapsel-, schoten- oder beerenartig. Samen ohne oder mit geringem Nährgewebe.

Auffallende Bildungen erzeugt die Achse der Blüte. Häufig verlängert sie sich zwischen Andröceum und Gynöceum zu einem Gynophor, nicht selten werden auch die Staubblätter emporgehoben: Androgynophor. Überdies bildet der Diskus ringförmige Wülste oder Diskusschuppen oder röhrenförmige Bildungen, welche bald innerhalb, bald außerhalb der Blumenkrone, am häufigsten oben median stehen. Pollenübertragung durch Insekten und Vögel. Die Stellung der Familie innerhalb der Reihe ist sehr bemerkenswert. Einerseits zeigt sie deutliche Beziehungen zu den Papaveraceen, anderseits solche zu den Cruciferen (Stellung der Petalen, Andröceum, Samenbau) und zu den Resedaceen (Diskusbildungen). Sie enthält den Typus, von dem die Cruciferen abgeleitet werden können, geht aber anderseits über den Bau der letzteren hinaus.

Vorherrschend in tropischen und subtropischen Gebieten.

Cleome. Krautig. Staubgefäße 4—6. Frucht schotenartig. Mehrere Arten häufig in botanischen Gärten, so *C. violacea* (Nordamerika) und *C. spinosa* (Südamerika). *C. longipes* (Peru) mit auffallend langem (bis 30 *cm*) Gynophor. Mehrere Arten liefern senfartige Samen und roten Farbstoff. — *Capparis*. Holzpflanzen. Staubgefäße meist viele. Frucht schoten- oder beerenartig. Die mediterrane *C. spinosa*, Kappernstrauch, liefert in den Blütenknospen die „Kappern" des Handels; ebenso die mediterranen Arten *C. rupestris* und *C. aegyptiaca*. — *Polanisia*. — Die früher (auch in der 2. Aufl. dieses Handbuches) als Repräsentant einer eigenen Familie zu den *Parietales* gestellte Gattung *Koeberlinia* (Texas, Mexiko) wird jetzt von Gilg hiehergestellt.

4. Familie: **Cruciferae**[35]. (Abb. 436 bis 439.) Krautige Pflanzen oder (seltener) Halbsträucher mit wechselständigen Blättern ohne Nebenblätter.

---

[35]) Prantl K. in E. P., III. 2, S. 145, 1891; Nachtr. III, S. 130; Nachtr. IV, S. 97. — Pomel A., Contrib. à la classific. méthod. d. Crucif. Alger 1883. — Wettstein R. v., Die Gattungen *Erysimum* und *Cheiranthus*. Öst. bot. Zeitschr., 1889, Nr. 7. — Klein J., Der Bau der Cruciferen-Blüte auf anat. Grundl. Ber. d. deutsch. bot. Ges., XII., 1894. — Solms-Laubach H. Grf., Cruciferen-Studien I—IV. Botan. Zeitg., 1900, Heft 10, 1901, Heft 4, 1903, Heft 4, 1906, Heft 2. — Greene E. L., Stud. in the Crucif. Pittonia, IV., 1900. — Martel E., Intorno all' unità morfol. del fiore delle Crocif. Malpighia, XIV., 1900. — Hannig E., Unters. über die Scheidewände der Cruciferenfr., Bot. Zeitg., LIX., 1901. — Schulz O. E., Monogr. d. Gattg. *Cardamine*. Bot. Jahrb., XXXII., 1903; *Cruciferae-Brassiceae* in Engler A., Das Pflanzenreich, IV., 105., 1919 u. 1923. — Bayer A., Beitr. zur system. Gliederung der Crucif. Beih. z. bot. Zentralbl., XVIII., Abt. II, 1905. — Schweidler J. H., Die syst. Bedeutg. der Eiweiß- oder Myrosinzellen der Crucif. usw. Ber. d. deutsch. bot. Ges., XXIII., Heft 7, 1905; Üb. d. Grundtyp. u. die syst. Bed. d. Crucif.-Nektar. Beitr. bot. Zentralbl., 1., XXVII., 1911. — Thellung A., Die Gattung *Lepidium*. Eine monogr. Studie. Zürich 1906. — Hannig E., Über das Zustandekommen der Lagerung der Keiml. bei den Cruciferen-Embryonen. Bot. Zeitg., 1906, Heft 1. — Villani A., Dei Nettari delle Crocif. e del valore morf. etc. Malpighia, XIX., 1905. — Almquist E., Stud. üb. d. *Caps. Bursa-p.* Acta Horti Berg., IV. Bd., Nr. 6, 1907; VII. Bd., 1923. — Muschler R., Die Gattung *Coronopus*. Bot. Jahrb. f. Syst. etc., XLI. u. XLII., 1907/08. — Calestani V., Sulla classific. delle Crocif. ital. Nuovo Giorn. bot. ital., XV., 1908. — Cordemoy J. de, Rech.

Blüten in meist deckblattlosen Trauben, aktinomorph, nur selten zygomorph, mit 4blättrigem Kelche, 4 diagonal gestellten Kron- und (in der Regel) 6 (viermächtigen) Staubgefäßen, von denen 2 seitlich stehen und kürzere Filamente besitzen, die anderen 4 durch Verdopplung zweier medianer entstanden sein dürften (vgl. Abb. 432, Fig. 4) und längere Filamente haben. Fruchtknoten oberständig, aus (meist) zwei synkarpen Fruchtknotenblättern bestehend, welche in der Nähe des Randes die Plazenten tragen. Von den Rändern der Fruchtblätter gehen Auswüchse aus, welche sich zu einer den Fruchtknoten der Länge nach durchziehenden Scheidewand vereinigen. Narbe kopfförmig oder zweilappig und über der Verbindungsstelle der Fruchtknotenblätter stehend. Frucht in der Regel eine Schote[36]), welche sich mit zwei Klappen öffnet, die die Plazenten mit der Scheidewand freilegen; eine Anzahl abweichender Fruchttypen entsteht

Abb. 436. *Cruciferae.* — Fig. 1. Blüte von *Brassica nigra.* — Fig. 2. Andröceum und Gynöceum von *B. oleracea.* — Fig. 3. Samen von *Cheiranthus Cheiri.* — Fig. 4. Samen von *Alliaria officinalis.* — Fig. 5. Samen von *Brassica oleracea.* — Fig. 6. Samen von *Heliophila.* — Fig. 3—5 quer, 6 längs durchschn. — Fig. 7. Blüte von *Megacarpaea polyandra.* — Fig. 8. Dieselbe ohne Perianth. — Alle Fig. etw. vergr. — Fig. 1—5 nach Baillon, 6 nach Luerssen, 7 u. 8 nach Hooker.

dadurch, daß die Samen im Schnabelteile des Fruchtknotens zur Entwicklung kommen; auf diese Weise werden zumeist einsamige Schließfrüchte (z. B. Abb. 439, Fig. 9) oder Bruchfrüchte (z. B. Abb. 439, Fig. 3) gebildet. Samen ohne oder mit geringem Nährgewebe.

Die morphologische Erklärung der Cruciferenblüte bildete vielfach den Gegenstand von Diskussionen. Die Zurückführung des Andröceums auf zwei zweizählige Wirtel, von

---

anat. s. l. g. *Brassica* et *Sinapis.* Paris 1907. — Malinowski E., Monogr. d. g. *Biscutella.* Bull. int. Ac. sc. Cracovie, 1910. — Gilg E. u. Muschler R. Aufz. aller zur Zeit bek. südamer. Crucif. Botan. Jahrb. f. Syst. usw., XLII., 1909. — Günthart A., Prinz. d. physik.-kausal. Blütenbiol. Jena 1910. — Hayek A. v., Entw. ein. Crucif.-Syst. auf phylog. Grundl. Beih. bot. Zentralbl., 1911. — Vandendries R., Contrib. à l'étude d. développem. d. l'ovule, etc., La Cellule, XXVIII., 1912. — Souèges R., Nouv. rech. s. l. développem. de l'embryon, etc., Ann. sc. nat., 9. sér., Bot., XIX., 1914. — Bailey L. H., The cultiv. Brassic. Gentes herbarum, I., 2. 1922.

[36]) Als „Schoten" bezeichnet man üblicherweise bei den Cruciferen mit 2 Klappen aufspringende Früchte, welche wenigstens 2mal so lang als breit sind; als „Schötchen" werden Früchte mit gleicher Öffnungsweise bezeichnet, die nicht oder wenig länger als breit sind.

denen der äußere (die kürzeren Staubgefäße) unverändert ist, während die zwei Glieder des inneren verdoppelt sind, entspricht am meisten dem Sachverhalt (Vergleich mit den Blüten der verwandten Familien, s. Abb. 432; Entstehung der 4 medianen [längeren] Staubgefäße aus 2 Anlagen, vgl. Abb. 437; Vereinigung von je 2 der längeren Staubgefäße bei einzelnen Gattungen, so *Euzomodendron* u. a.). Gegenüber der auch hier akzeptierten Auffassung des Gynözeums als aus nur 2 Fruchtknotenblättern gebildet, wird auch die Auffassung vertreten, daß der Fruchtknoten aus 4 Fruchtknotenblättern besteht, von denen die zwei medianen steril und zur Scheidewand umgebildet sind[37]); der Gefäßbündelverlauf und gelegentlich vorkommende Bildungsabweichungen lassen sich für diese Ansicht geltend machen.

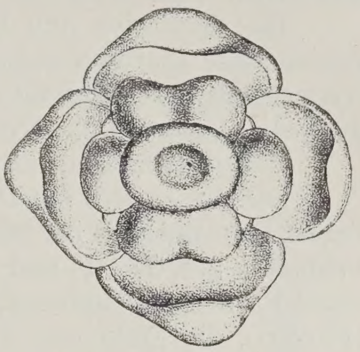


Abb. 437. Anlage einer Cruciferen-Blüte von oben gesehen. — Vergr. — Nach Eichler.

Von Abweichungen vom „typischen" Bau seien insbesondere erwähnt: zygomorphe Blüten bei *Iberis*- und *Teesdalia*-Arten; weniger als 6 Staubgefäße bei *Lepidium*-, *Coronopus*- und *Cardamine*-Arten; mehr als 6 Staubgefäße bei *Megacarpaea* (bis 16, vgl. Abb. 436, Fig. 7 u. 8) und bei einer apetalen Form von *Capsella*; 4 fertile Fruchtknotenblätter bei *Nasturtium*-, *Draba*-, *Brassica*- und *Tropidocarpum*-Arten; 1samige Schließfrüchte bei *Crambe*, *Rapistrum*, *Peltaria*, *Vogelia*, *Thysanocarpus* u. a.; mehrsamige Schließfrüchte bei *Zilla*, *Raphanus sativus*, Bruchfrüchte bei *Raphanus Rhaphanistrum*. Dimorphismus der Früchte bei *Aethionema* (Schließfrüchte und Schötchen), bei *Cardamine chenopodiifolia* (vielsamige Schoten im oberen Teile der Pflanze, kleine, 1samige in den Boden wachsende Früchte im unteren).

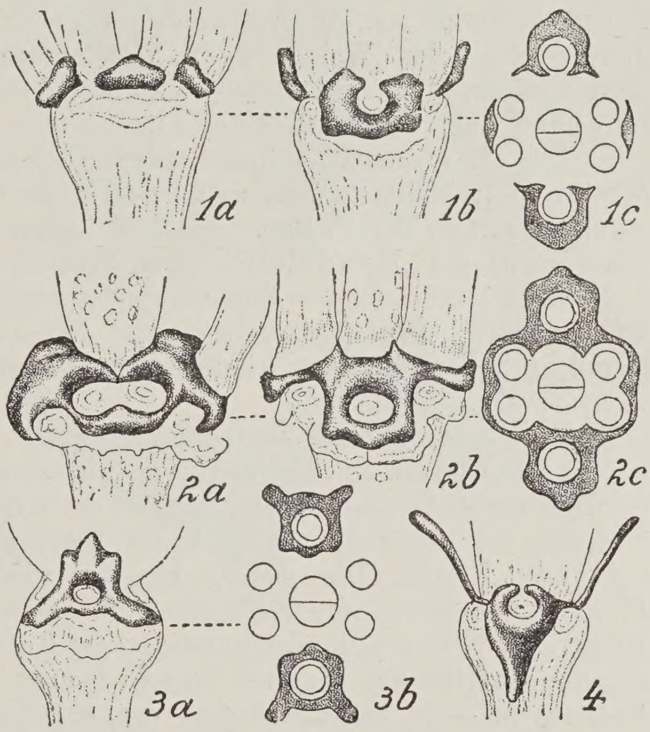


Abb. 438. Honigdrüsen von Cruciferen-Blüten. — Fig. 1 *a—c*. *Cardamine glauca*. — Fig. 2 *a—c*. *Bunias Erucago*. — Fig. 3 *a—b*. *Lunaria annua*. — Fig. 4. *Arabis alpina*. — Fig. 1 *a* u. 2 *a* von der Seite der langen, Fig. 1 *b*, 2 *b*, 3 *a* u. 4 von der Seite der kurzen Staubblätter gesehen; Fig. 1 *c*, 2 *c* und 3 *b* Diagramme. — Vergr. — Nach Bayer.

Morphologische Eigentümlichkeiten, welche vielfach systematisch verwertet werden, bieten die Honigdrüsen der Blüte und der Samenbau. Erstere (vgl. Abb. 438) sind Bildungen der Blütenachse, welche entweder als ringförmiger Wulst die Staubblätter umgeben oder als verschieden geformte Wülste neben den Staubblättern (am konstantesten neben den kürzeren) auftreten.

In bezug auf den Samenbau kommen insbesondere die Stellungsverhältnisse der Radicula zu den Kotyledonen in Betracht. Man unterscheidet: 1. *Notorrhizae*. Keimblätter flach, Radicula dem Rücken eines Keimblattes anliegend (Abb. 436, Fig. 5). 2. *Pleurorrhizae*. Keimblätter flach, Radicula dem Rande der Keimblätter anliegend (Abb. 436, Fig. 3). 3. *Orthoploceae*. Keimblätter kahnförmig längsgefaltet, die Radicula liegt in der

---

[37]) Vgl. Saunders Ed., A reversion. charact. in the Stock (*Matth. annua*) etc. Ann. of Bot., XXXVII., 1923.

dadurch entstehenden rinnenförmigen Aushöhlung (Abb. 436, Fig. 4). 4. *Spirolobeae.* Die Keimblätter sind so eingekrümmt, daß ein Querschnitt durch den Samen sie 2- bis mehrmals trifft (vgl. Abb. 436, Fig. 6).

Die Cruciferen sind Insektenblütler; bei vielen kommt auch Selbstbestäubung vor. Kleistogame Blüten u. a. bei *Cardamine chenopodiifolia* und *Subularia aquatica.* Vegetative Vermehrung durch Bulbillen bei *Dentaria bulbifera,* durch blattbürtige Sprosse bei *Cardamine pratensis.* Unterirdische Früchte bei *Morisia hypogaea* u. a.

Hauptverbreitung in extratropischen Gebieten.

Die Systematik innerhalb der artenreichen Familie bereitet infolge der außerordentlichen Einförmigkeit der Blüte große Schwierigkeiten. In den älteren Systemen wurde insbesondere auf Gestalt und Öffnungsweise der Frucht, auf die Gestalt des Embryo (siehe oben) Rücksicht genommen, in neuerer Zeit fand überdies die Narbenbildung und Behaarung (Prantl), die Form und Verteilung der Honigdrüsen in der Blüte (Celakovský, Velenovský, Bayer), das Vorkommen der Myrosinzellen (Schweidler)[38]) Beachtung. Jede einseitige Verwendung dieser Merkmale führt zu unnatürlichen Anordnungen, doch läßt die Berücksichtigung aller eine allmähliche Ausgestaltung des Systems erwarten.

Im folgenden eine Übersicht der wichtigsten Typen nach Hayek:

Trib. 1. *Thelypodieae.* — *Stanleya* (N.-Am.), *Macropodium* (Altai).

Trib. 2. *Arabideae.* — Gemüsepflanzen: *Nasturtium officinale,* die „Brunnenkresse" (Europa, As., Am.); *Armoracia rusticana,* der „Meerrettich", Kren (Wurzel)[39]). — *Isatis tinctoria,* der „Waid" (Süd- u. Mitteleuropa) liefert blauen Farbstoff. — Zierpflanzen: *Arabis albida, Aubrietia*-Arten. — Verbreitete Gattungen: *Sisymbrium, Barbaraea, Roripa, Cardamine* (inkl. *Dentaria*), *Alliaria* u. a.

Trib. 3. *Alysseae.* — Zierpflanzen: *Cheiranthus Cheiri,* der „Goldlack" (Süd- u. Westeuropa); *Matthiola incana* (♃) und *annua* (☉) aus dem Mediterrangebiet und Westeuropa, die „Levkoje"; *Hesperis matronalis* (As., Eur.), die „Nachtviole"; *Lunaria annua* (Südeuropa), die „Mondviole", deren Früchte mit ihren silberglänzenden Scheidewänden vielfach zu Dekorationszwecken verwendet werden. — *Anastatica hierochuntica,* als „Rose von Jericho" bekannt (SW.-Asien und NO.-Afrika); die ganze Pflanze bildet trocken rundliche Ballen, die vom Winde fortgerollt werden. — Verbreitete Gattungen: *Draba*[40]), *Alyssum* u. a.

Trib. 4. *Brassiceae.* — Gemüsepflanzen: *Brassica oleracea,* Kohlpflanze (Meeresküsten Europas) mit einer Reihe von Kulturrassen; f. *acephala,* der Blätterkohl; f. *gemmifera,* der Rosen- oder Sprossenkohl; f. *sabauda,* der Welschkohl, Wirsing oder „Kohl" schlechtweg; f. *capitata* der Kopfkohl oder das Kraut; f. *gongylodes,* der Kohlrabi; f. *botrytis,* der Blumenkohl oder Karfiol. Die meisten kommen wieder mit rotblättrigen Spielarten vor. — *B. Rapa* f. *esculenta,* die weiße Rübe, Stoppelrübe, *B. Napus* f. *Napobrassica,* Kohlrübe, Krautrübe, Wruke. — *Raphanus sativus,* der Rettich oder Rettig (Vorderasien?), von dem die Hypokotylknollen gegessen werden; f. *niger,* schwarzer oder Winterrettich, f. *radicula,* Radieschen. — Öl aus den Samen von *Brassica Rapa* f. *oleifera* (subf. *annua,* Sommerrübsen und subf. *biennis,* Winterrübsen) und von *B. Napus* f. *oleifera* (subf. *annua,* Sommerraps, und subf. *biennis,* Winterraps). — Medizinisch und als Gewürz werden die Samen von

---

[38]) Schweidler unterscheidet *Exoidioblastae* (Myrosinschläuche ausschließlich im Mesophyll, chlorophyllführend), *Endoidioblastae* (Myrosinschläuche an die Leitbündel gebunden, chlorophyllfrei), *Heteroidioblastae* (Myrosinschläuche im Mesophyll und in Verbindung mit dem Leitbündel).

[39]) Vgl. über die event. Herkunft der Pflanze: Brzeziński J., Les graines du raifort et les résult. d. l. semis. Bull. intern. d. l'Acad. Cracovie, 1909.

[40]) Einschließlich der Sektion *Er phila,* die wegen ihres Polymorphismus in neuerer Zeit viel untersucht wurde, vgl. Rosen F., Die Entst. d. elem. Arten v. *E. verna.* Beitr. z. Biol. d. Pfl., X., 1911; Die Entsteh. elem. Arten aus Hybrid. Beitr. z. Pflanzenzüchtg., III., 1913. — Maranne J., Les *Erophila.* Bull. soc. bot. de Fr., LX., 1913. — Bannier J. P., Cytol. invest. on Apog. in some elem. spec. of *E.* Proc. Akad. Wet. Amsterdam, XXVI., 1923; Unters. üb. apog. Fortpfl. bei *E.* Amsterdam 1923.

Brassica nigra, „schwarzer Senf", verwendet („Semen Sinapis"). — Verbreitete Unkräuter: *Sinapis arvensis*, der Ackersenf, *S. alba*, der weiße Senf, dessen Samen ähnlich wie die von *Brassica nigra* verwendet werden, *Raphanus Raphanistrum* u. a. — *Diplotaxis, Hirschfeldia, Crambe, Rapistrum, Cakile, Eruca, Zilla.*

Trib. 5. **Lepideae.** — *Lepidium sativum*, „Gartenkresse", wird als Salatpflanze gebaut; *L. latifolium* Gewürzpflanze; *L. Draba* und *L. ruderale* verbreitete Ruderalpflanzen. — Öl aus den Samen von *Camelina microcarpa* und *C. sativa*. — Zierpflanzen: *Iberis*

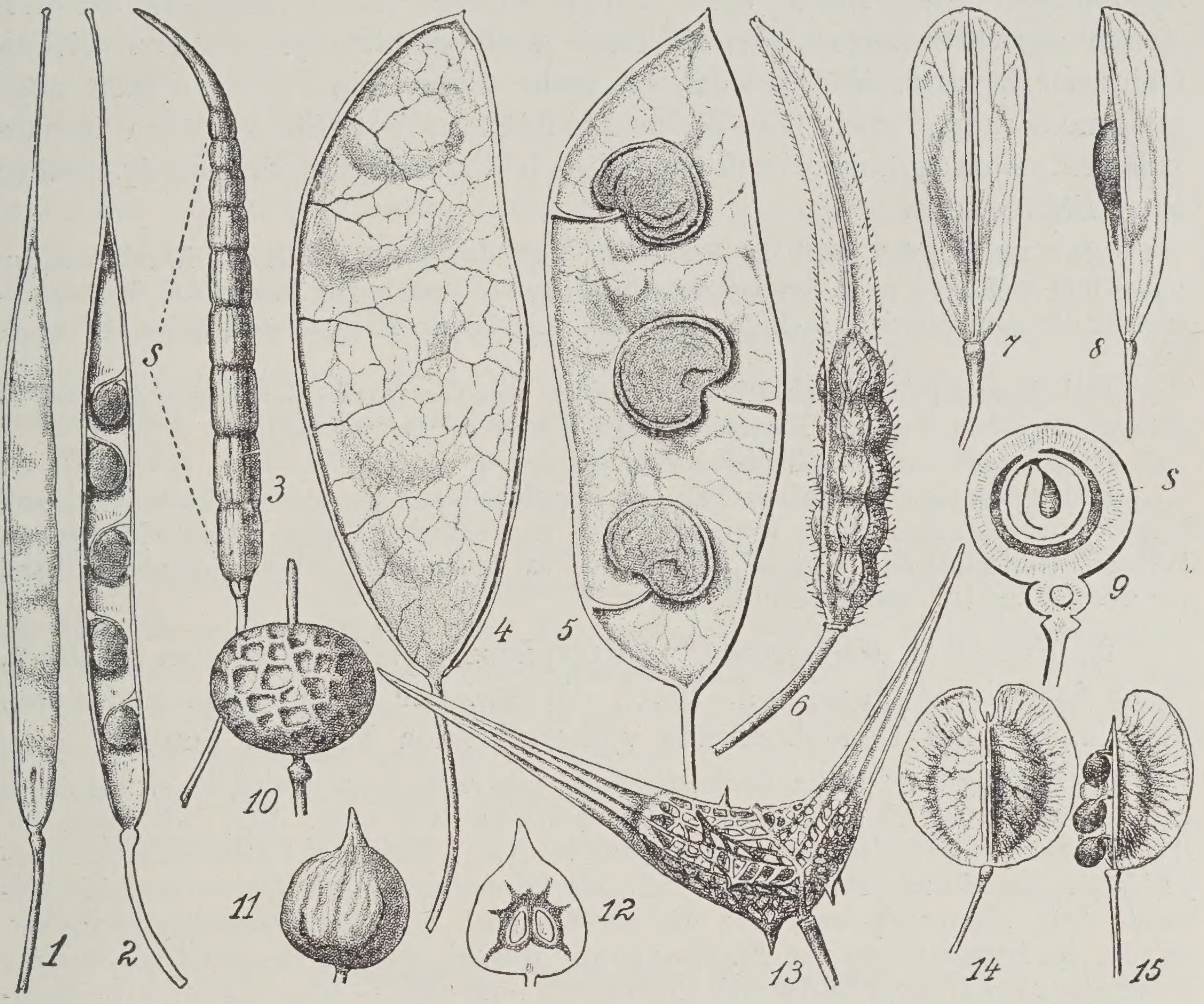


Abb. 439. Früchte von Cruciferen. — Fig. 1 u. 2. *Dentaria enneaphyllos.* — Fig. 3. *Raphanus Raphanistrum*, *S* der die Samen enthaltende Schnabelteil. — Fig. 4 u. 5. *Lunaria rediviva.* — Fig. 6. *Sinapis alba.* — Fig. 7 u. 8. *Isatis tinctoria.* — Fig. 9. *Crambe maritima*, *S* der den Samen enthaltende Schnabel. — Fig. 10. *Vogelia paniculata.* — Fig. 11 u. 12. *Zilla myagroides.* — Fig. 13. *Pugionium cornutum.* — Fig. 14 u. 15. *Thlaspi arvense.* — Fig. 2, 5, 8, 15 nach Abheben einer Klappe, Fig. 9 u. 12 durchschn. — Fig. 9 nach Baillon, alles übrige Original. — Alle Fig. etw. vergr.

amara (S.- u. W.-Europa) *I. umbellata* (S.-Europa) und *I. sempervirens.* — *Biscutella, Megacarpaea, Hutchinsia, Cochlearia, Thlaspi, Capsella*[40a], *Vogelia* (= *Neslia*).

Trib. 6. **Schizopetaleae.** — *Stenopetalum, Schizopetalum.*

Trib. 7. **Pringleeae.** — *Pringlea antiscorbutica*, der „Kerguelenkohl" der Kerguelen.

Trib. 8. **Heliophileae.** — *Heliophila.*

Trib. 9. **Cremolobeae.** — *Cremolobus, Hexaptera.*

Trib. 10. **Chamireae.** — *Chamira.*

[40a]) Vgl. Almquist E., Stud. üb. *Capsella b. p.*, I. Acta hort. Berg., Bd. 4, 1907; II., a. a. O., Bd. 7, 1923.

5. Familie: **Resedaceae**[41]). Krautige oder strauchige Pflanzen mit wechselständigen Blättern mit kleinen Nebenblättern. Blüten in Trauben oder Ähren, zygomorph, mit 4- bis 8blättrigem Kelche, 2 bis 8 ± geteilten Blumenkronblättern (bei *Ochradenus* fehlend), 3 bis zahlreichen Staubgefäßen. Gynöceum 2- bis 6blättrig, apokarp oder synkarp, im letzteren Falle oben offen. Plazentation parietal. Die Zygomorphie der Blüte wird durch stärkere Ausbildung der der Abstammungsachse zugewendeten Teile und durch eigentümliche Diskusbildungen bewirkt. Von solchen ist insbesondere eine median nach oben gelegene Schuppe zwischen Blumenkronblättern und Staubgefäßen hervorzuheben. Androgynophor und Gynophor häufig. Früchte kapselartig. Samen ohne Nährgewebe.

Die Familie zeigt deutliche Beziehungen zu den Capparidaceen (Diskusbildungen, Gyno- und Androgynophor, Symmetrieverhältnisse der Blüte). Die Möglichkeit der Zurückführung der mannigfaltigen *R.*-Blüten auf den Grundplan der *Rhoeadales*-Blüte hat Murbeck gezeigt.

Pollenübertragung durch Insekten, welche von der Honigabsonderung der Diskusschuppe angelockt werden. Eingeschlechtige Blüten bei *Ochradenus*.

Hauptverbreitung im Mediterrangebiete.

Reseda odorata (Nordafrika), beliebte Zierpflanze, zumeist als ⊙ Pflanze kultiviert, leicht verholzend; *R. Luteola*, Wau, in Mittel- und Südeuropa wild, enthält einen gelben Farbstoff (Luteolin) und wird deshalb hie und da, besonders in Frankreich und England zur Gewinnung des „Schüttgelb" kultiviert.

6. Familie: **Moringaceae**[42]). Holzpflanzen mit gefiederten Blättern. Blüte 5zählig, zygomorph. Durch die parietale Plazentation und durch Ausbildung eines Gynophors den vorhergehenden Familien ähnlich.

Die Stellung der Familie, die jetzt zumeist hier angeschlossen wird, ist einigermaßen unsicher. Morphologisch steht sie den vorhergehenden nicht nahe. Das Vorkommen von Myrosin und das sero-diagnostische Verhalten (positive Reaktion mit *Resedaceae* und *Capparidaceae*, negativ mit *Cruciferae* u. z. T. mit *Papaveraceae*) spricht etwas für eine Verwandtschaft. Hervorhebenswert ist, daß Myrosin auch bei *Viola* (*Parietales*) vorkommt, mit der das Immun-Serum von *M.* stark positiv reagiert, daß der eigentümliche 5kernige Embryosack von *M.* auch bei *Garcinia* (*Guttiferales*) vorkommt. — *Moringa oleifera* (= *Hyperanthera Moringa*) (Ostindien) liefert Gummi und in den geflügelten Samen („Behennüsse") fettes Öl; aus diesem Grunde in den Tropen kultiviert. — Hieher gehörig oder vielleicht Vertreter einer eigenen Familie: *Bretschneidera*[43]).

20. Reihe. *Parietales*.

Krautige Pflanzen oder Holzpflanzen mit gegenständigen oder wechselständigen Blättern mit Nebenblättern (seltener ohne solche). Blüten aktinomorph oder zygomorph, vorherrschend zwitterig, mit doppeltem Perianthium

---

41) Hellwig F. in E. P., III. 2, S. 237, 1891; Nachtr. III, S. 134. — Morstatt H., Beitr. zur Kenntn. der *Resed.* in Fünfstück, Beitr. zur wissensch. Bot., IV. Bd., 1903. — Romanovski M., Die Blüte d. Resed. u. ihre Entw. Gartenfl., LVI., 1907.

42) Wunschmann E. in E. P., III. 2, S. 242, 1891. — Rutgers F. L., Reliquiae Treubianae. III. Embryosack u. Embryo von *M.* Ann. Jard. bot. Buitenzorg, XXXIII., 1923.

43) Vgl. Radlkofer L. in E. P., Nachtr. III, S. 209.

(Kelch und Korolle). Perianthkreise am häufigsten 5zählig. Staubgefäße in gleicher Zahl wie die Blumenkronblätter oder mehr. Fruchtknoten am häufigsten aus 3 synkarpen Fruchtknotenblättern gebildet, mit parietalen, und zwar laminalen Plazenten, einfächerig oder mehrfächerig, ober- oder unterständig.

Die Reihe der *Parietales* umfaßt Familien, deren systematische Zusammengehörigkeit durch eine Reihe von Eigentümlichkeiten sehr wahrscheinlich ist, die sich aber nicht in eine Entwicklungsfolge bringen lassen. Die Familie der *Flacourtiaceae* zeigt deutliche Beziehungen zur vorhergehenden Reihe (speziell zu den *Capparidaceae*), die in der folgenden Aufzählung den Flacourtiaceen folgenden Familien bis einschließlich *Caricaceae* bilden eine recht natürliche Entwicklungsreihe. Die *Violaceae* lassen sich nach anderer Richtung (Zygomorphie) unschwer von den Flacourtiaceen ableiten. Alle diese Familien besitzen das gemeinsame Merkmal eines Proteinstoffe und Öl enthaltenden Nährgewebes der Samen[44]). Die übrigen, den Flacourtiaceen vorangestellten Familien besitzen in den Samen (mit wenigen Ausnahmen) stärkemehlhaltiges Nährgewebe. Von ihnen bilden die *Cistaceae* und *Bixaceae* einerseits, die *Tamaricaceae, Frankeniaceae, Elatinaceae, Droseraceae* anderseits engere Verwandtschaftskreise, deren genetische Beziehungen zu den anderen *Parietales* noch nicht ganz geklärt sind, die aber auch mit den *Rhoeadales* in Verbindung zu bringen sind. Zweifelhafter ist die Zugehörigkeit der 3 an den Schluß der Reihe gestellten Familien *(Datiscaceae, Begoniaceae, Ancistrocladaceae)*. Sehr isoliert ist die Stellung der *Loasaceae*. Zur Aufklärung der verwandtschaftlichen Beziehungen innerhalb der *Parietales* und zu den *Rhoeadales* haben in neuerer Zeit serodiagnostische Untersuchungen beigetragen[45]).

Erwähnenswert ist die mehrfach in der Reihe hervortretende Sympetalie *(Fouquieriaceae, Achariaceae, Caricaceae)*, welche vielleicht auf Beziehungen zu Sympetalen hinweist.

1. Familie: ***Cistaceae***[46]). Sträucher, Halbsträucher oder krautige Pflanzen mit wechsel- oder gegenständigen Blättern. Nebenblätter vorhanden oder fehlend. Blüten einzeln oder in Trugdolden oder (oft traubenähnlichen) Wickeln, aktinomorph. Kelch und Korolle 3- bis 5blättrig, letztere mitunter

---

[44]) Vgl. Pritzel E., Der systematische Wert der Samenanatomie, insbesondere des Endosperms, bei den *Parietales*. Bot. Jahrb. f. Syst. usw., XXIV. Bd., 1898.

[45]) Preuß A., Sero-diagn. Unters. üb. d. Verw. innerh. d. *Pariet.* Beitr. z. Biol. d. Pfl., XIII., 191f.

[46]) Reiche C. in E. P., III. 6, S. 299, 1895; Nachtr. III, S. 228. — Britton N. L., A Revis. of the Genus *Lechea*. Bull. Torr. Bot. Cl., XXI., 1894. — Grosser W., *Cistaceae* in Engler A., Pflanzenreich, 14. Heft, 1903. — Roche J., Anat. comp. d. l. feuille d. C. Trav. d. Lab. Mat. méd. Ec. Pharm. Paris, IV., 1906. — Janchen E., *Helianthemum canum* usw., Abh. d. zool.-bot. Ges. Wien, IV., 1., 1907; Die Cistac. Österr.-Ung., Mitt. d. naturw. Ver. Univ. Wien, VII., 1909; Die syst. Glied. d. Gattg. *Fumana*, Öst. bot. Zeitschr., LXIX., 1920. — Knoll F., Zur Ökol. u. Reizphys. d. Andröc., Jahrb. f. w. Bot., LIV., 1914. — Ponzo A., Consid. s. Cistacee. Nuov. giorn. bot. Ital., n. s., XXXVIII., 1921.

fehlend. Staubgefäße zahlreich. Fruchtknoten einfächerig oder mehrfächerig, aus 3 bis 5 Fruchtknotenblättern gebildet, mit parietalen Plazenten.

Bestäubung durch Vermittlung von Insekten, die den Pollen holen; auch Autogamie. Kleistogame Blüten bei *Helianthemum Lippii*, *H. kahiricum* (Ägypten), *Crocanthemum canadense*, *C. glomeratum* (Nordamerika) u. a. Reizbare Staubgefäße bei *Helianthemum* und *Cistus*.

Hauptverbreitung im Mittelmeergebiete und in Nordamerika. Im ersteren sind mehrere Arten von *Cistus* und *Halimium* wesentliche Bestandteile der Macchienformation.

Cistus, Cistrose, Kapsel 5- bis 10klappig. *C. villosus* f. *creticus*, *C. ladaniferus* u. a. liefern das Ladan- oder Ladanumharz. — *Helianthemum*, Sonnenröschen, Kapsel 3klappig. Zahlreiche Arten im Mediterrangebiet; in Mitteleuropa: *H. nummularium*, *H. ovatum* (= *H. hirsutum*), *H. grandiflorum*, *H. canum*, *H. alpestre* u. a.; als Zierpflanzen: *H. roseum* u. a. A. — *Fumana vulgaris* (= *F. procumbens*) im Mediterrangebiet und in Mitteleuropa.

2. Familie: **Bixaceae**[47]). (Abb. 440.) Von der vorigen Familie vor allem verschieden durch das 2blättrige Gynöceum und die 2klappig aufspringende Kapsel.

Abb. 440. *Bixaceae*. — Fig. 1. Blütenzweig von *Bixa Orellana*. — Fig. 2. Frucht derselben. — Fig. 3. Diese geöffnet. — Fig. 1 verkl., 2 u. 3 nat. Gr. — Fig. 1 nach Baillon, 2 u. 3 Original.

Bixa Orellana. Baum des tropischen Amerika, in den ganzen Tropen kultiviert. Die Samen besitzen eine fleischige Außenschichte, welche einen roten Farbstoff liefert, der unter den Namen „Annatto“ oder „Arnatto“, auch als „Orlean“ bekannt ist. Von den Eingeborenen vieler Gebiete zum Färben der Fingernägel usw. verwendet. Auch die Bastfasern finden Verwendung.

Hier wird gegenwärtig zumeist die Familie der (3.) **Cochlospermaceae**[48]) angeschlossen, welche durch ölhaltiges Endosperm von den Bixaceen abweicht, aber ihnen nahesteht. — *Cochlospermum*, tropisch.

4. Familie: **Tamaricaceae**[49]). (Abb. 441.) Bäume oder Sträucher mit nadel- oder schuppenförmigen Blättern, ohne Nebenblätter. Blüten

[47]) Warburg O. in E. P., III. 6, S. 307, 1895. — Tieghem Ph. v., Sur les Bixacées, etc. Journ. d. Bot., XIV., 1900.

[48]) Engler A. in E. P., Nachtr., S. 251, 1897.

[49]) Niedenzu F. in E. P., III. 6, S. 289, 1895; Nachtr. III, S. 228; Dissertatio de genere Tamarice in Ind. lect. Lyc. Hosiani, 1895/96. — Brunner C., Beitr. z. vergl. Anat.

in trauben- oder rispenförmigen Infloreszenzen mit 4- bis 5blättrigem Kelche und ebensolcher Korolle. Staubgefäße ebensoviele oder doppelt soviele als Kronblätter oder zahlreiche, einem Diskus aufsitzend. Pollen oft in Tetraden. Fruchtknoten 1fächerig, 2- bis 5blättrig, mit parietalen, aber nur am Grunde Samenanlagen tragenden Plazenten. Samen mit Haaren (Flugorgan).

Abb. 441. *Tamaricaceae*. — Fig. 1 u. 2. *Tamarix tetrandra*; Fig. 1 blühender Sproß; Fig. 2 Blüte. — Fig. 3. Gynöceum von *T. pauciovulata* im Längsdurchschn., Fig. 4 dasselbe im Querschnitte. — Fig. 5. Frucht von *Hololachne soongarica*, längs durchschn. — Fig. 1 etw., die übrigen Fig. stärker vergr. — Fig. 1 u. 2 Original, 3—5 nach Niedenzu in E. P.

Pollenübertragung durch Insekten, die Pollen sammeln. Hauptverbreitungsgebiete in den Mittelmeerländern und in Zentralasien, vielfach auf salzhaltigem Boden.

Tamarix, Tamariske. Haarschopf der Samen sitzend. Artenreich. *T. anglica*, Westeuropa bis England; *T. gallica* und *T. africana* im Mittelmeergebiete. Mehrere Arten häufig in Gärten, so außer den genannten *T. tetrandra* (Orient), *T. chinensis* (Heimat?) und Hybriden. Rinden und Gallen von *Tamarix*-Arten liefern Gerbstoff. Mannaausscheidung bei *T. mannifera* (Ägypten, Arabien, Persien) infolge Stiches einer Schildlaus (*Eriococcus mannifer*). — *Myricaria*. Haarschopf gestielt. *M. germanica* in Süd- und Westeuropa. — *Reaumuria* (Mediterrangebiet, Zentralasien), kleine, schönblühende Sträucher. Kochsalzausscheidung.

Die kleine (5.) Familie der **Fouquieriaceae**[50]) unterscheidet sich durch sympetale Korollen und fettreiches Nährgewebe der Samen. — *Fouquieria* (Mexiko). *F. splendens*, „Ocotilla", dorniger, schönblühender Strauch.

6. Familie: **Frankeniaceae**[51]). Halophyten oder Xerophyten, krautig oder Halbsträucher mit dekussierten, oft nadelförmigen Blättern. Blüten in zymösen Infloreszenzen mit 4- bis 7blättrigem, synsepalem Kelche, 4 bis 7 Blumenkronblättern mit ligulaartigen Bildungen, 4 bis zahlreichen Staubgefäßen und einem 1fächerigen, 2- bis 4blättrigen Fruchtknoten mit parietalen, nur im unteren Teile Samenanlagen tragenden Plazenten. Pollenkörner einzeln oder in Tetraden.

d. Tamaric. Jahrb. d. w. Anst. Hamburg, 1909. — Frisendahl A., Cytol. u. entw. Stud. üb. *Myricaria*. K. Sv. Vet.-Ak. Handl., 48., 1912.

[50]) Nash G. V., A. Revis. of the Fam. Fouq. Bull. Torr. Cl., XXX., 1903.

[51]) Niedenzu F. in E. P., III. 6, S. 283, 1895. — Bray W. L., The Geogr. Distrib. of the Fr. considered in conn. with their System. Bot. Jahrb., XXIV., S. 395, 1898.

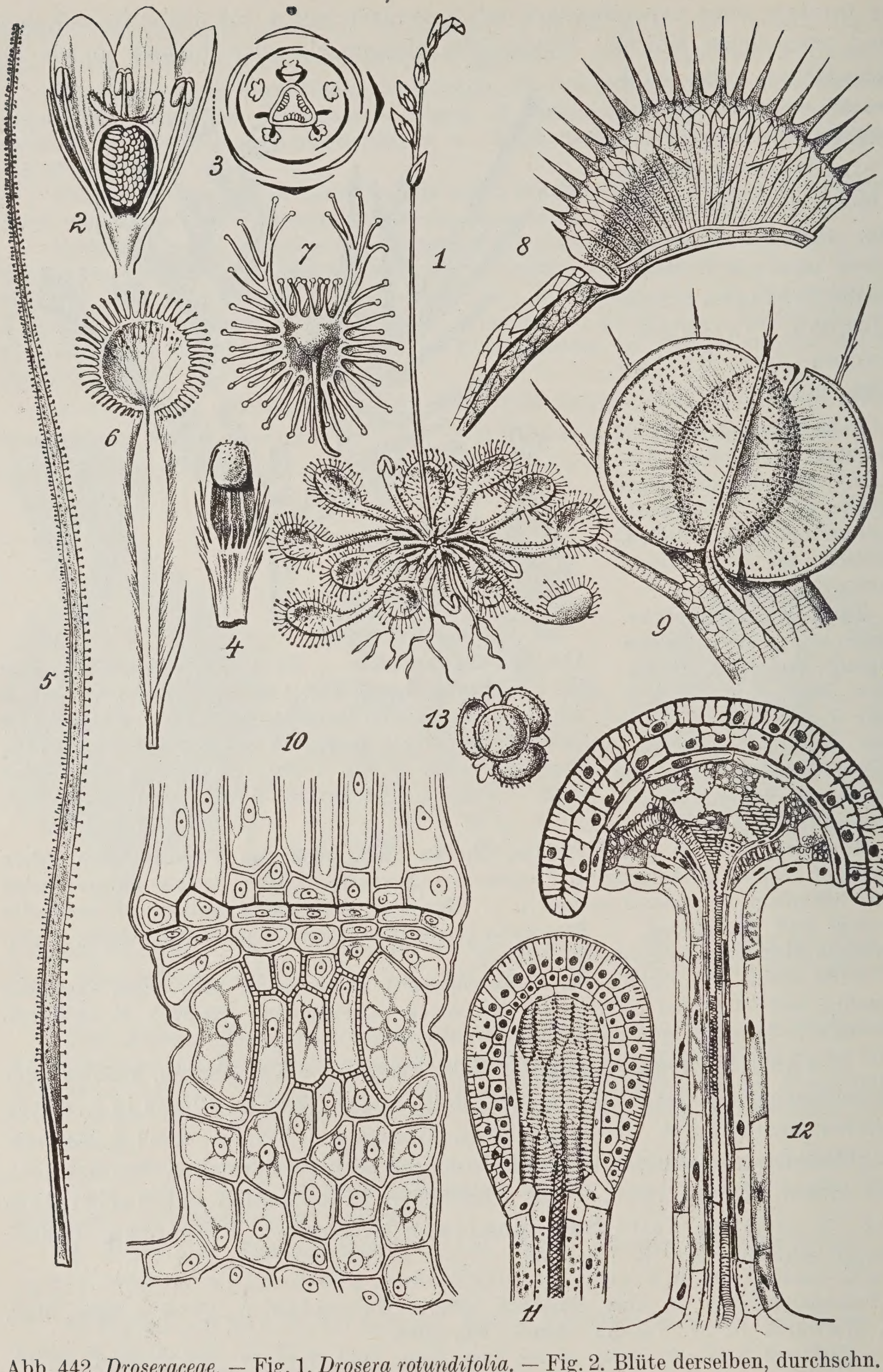


Abb. 442. *Droseraceae.* — Fig. 1. *Drosera rotundifolia.* — Fig. 2. Blüte derselben, durchschn. — Fig. 3. Blütendiagramm derselben. — Fig. 4. Junges Blatt von *D. pulchella* mit Nebenblättern. — Fig. 5. Blatt v. *Drosophyllum lusitanicum.* — Fig. 6. Blatt von *Drosera petiolaris.*

— Fig. 7. Blatt von *D. auriculata.* — Fig. 8. Blatt von *Dionaea muscipula* nach Wegnahme einer Hälfte des Endteiles. — Fig. 9. Blattende von *Aldrovanda vesiculosa.* — Fig. 10. Längsschn. durch d. basalen Teil der Fühlborste von *Dionaea.* — Fig. 11. Endteil eines Tentakels von *Drosera rotundifolia* im Längsschn. — Fig. 12. Tentakel von *Drosophyllum* im Längsschn. — Fig. 13. Pollentetrade von *Drosera squamosa.* — Fig. 1 nat. Gr., 2, 4—9 etwas, 10—13 stärker vergr. — Fig. 1, 2 u. 5 Original, 3 nach Eichler, 4, 6, 7, 13 nach Diels, 8 nach Sachs, 9—12 nach Fenner.

In tropischen und subtropischen Gebieten, vorherrschend Steppen- und Meerstrandpflanzen. — *Frankenia, F. grandiflora* (westl. Nordamerika) und *F. Berteroana* (Chile) scheiden reichlich Kochsalz ab („Yerba de Salitre").

8. Familie: **Elatinaceae**[52]). Halbsträucher oder krautige Pflanzen, zum Teil an sehr feuchten Standorten oder im Wasser. Blätter dekussiert oder quirlig, mit Nebenblättern. Häufig drüsige Behaarung bei landbewohnenden Formen. Blüten einzeln oder in zymösen Infloreszenzen. Kelch und Korolle 2- bis 5zählig, Staubgefäße meist in doppelter Zahl. Gynöceum 3- bis 5blättrig, 3- bis 5fächerig. Plazenten den Fruchtknotenblättern gegenüberstehend, an der verlängerten Blütenachse emporgewachsen. Pollen nicht in Tetraden.

Bei *Elatine*-Arten findet, insbesondere unter Wasser, Selbstbestäubung statt.

Elatine, Tännel. *E. Alsinastrum,* in Mitteleuropa und im Mediterrangebiete, mit quirligen Blättern. — *E. triandra* und *E. Hydropiper,* mit dekussierten Blättern, weit verbreitet.

9. Familie: **Droseraceae**[53]). (Abb. 442.) Krautige Pflanzen mit häufig rosettenförmig gestellten Blättern, welche mit Drüsenhaaren oder borstenförmigen Emergenzen bedeckt sind. Nebenblätter vorhanden oder fehlend. Blüten in zymösen Infloreszenzen oder einzeln; Kelch 4- bis 5blättrig, oft am Grunde synsepal. Blumenkronblätter 4 bis 5. Staubgefäße 4 bis 20. Pollenkörner in Tetraden. Fruchtknoten 1fächerig, 3- bis 5blättrig, mit parietalen Plazenten, die oft nur am Grunde Samenanlagen tragen oder an der verlängerten Achse emporwachsen. Kapseln 4- bis 5klappig oder unregelmäßig aufspringend.

Die Droseraceen weisen zahlreiche morphologische und ökologische Eigentümlichkeiten auf. Bei der Keimung entsteht bei *Drosera* ein Protokorm, aus dem später Adventivwurzeln entspringen. Die Keimblätter funktionieren ganz oder zum Teil als Saugorgane. Bei einzelnen *Drosera*-Arten kommt es zur Ausbildung unterirdischer Zwiebeln. Die Blattstiele einzelner *Drosera*-Arten fungieren als Klimmorgane. Vegetative Vermehrung durch

---

[52]) Niedenzu F. in E. P., III. 6, S. 277, 1895. — Moesz G., Die Elatinen Ungarns. Ung. bot. Bl., VII., 1908.

[53]) Drude O. in E. P., III. 2, S. 261, 1891; Nachtr. III, S. 134; Nachtr. IV, S. 107. — Diels L. in Engler A., Das Pflanzenreich, 26. Heft (1906) und die dort zitierte Literatur. — Hamet R., Obs. s. l. g. *Drosera.* Bull. soc. bot. de France, LIV., 1907. — Moesz G., Adatok az *Aldrovanda vesic.* Annal. mus. nat. Hung., V., 1907. — Goebel K., Morphol. u. biolog. Bemerk. Flora, Bd. 98, 1908. — Rosenberg O., Om skottsfölj. hos *Drosera,* Svensk bot. Tidskr., II., 1908; Cytol. u. morph. Studien an *Dros. long.* u. *rotundif.,* Kgl. Svenska Vet.-Ak. Handl., XLIII., 1909.

Adventivknospen und blattbürtige Knospen relativ häufig. Autogamie häufig; auch Kleistogamie kommt vor.

Am bemerkenswertesten sind die dem Tierfange dienenden Einrichtungen der Blätter. Die Blätter besitzen mannigfach geformte Trichomdrüsen, ferner borstenförmige Emergenzen, die „Tentakel", welche häufig mit einem „Drüsenkopf" enden (*Drosera*, *Drosophyllum*), endlich borstenförmige Haare („Fühlborsten"), welche reizempfindlich sind (*Aldrovanda* und *Dionaea*). Die Blätter zeigen auffallende Reizbewegungen. Die Blätter von *Drosera* reagieren auf Berührungsreize und chemische Reize durch Einkrümmen der Lamina und der Tentakel. Bei *Dionaea* und *Aldrovanda* erfolgt ein Zusammenneigen oder Zusammenschlagen der Spreitenhälften. Die „Verdauung" der durch die Bewegungen und durch die schleimigen Sekrete gefangenen Tiere erfolgt durch ein ausgeschiedenes Enzym; doch können die Pflanzen auch ohne tierische Nahrung leben.

Drosophyllum. Staubgefäße 10—20. Blätter schmal, der ganzen Länge nach mit Tentakeln besetzt. Einzige Art *D. lusitanicum* in Spanien, Portugal, Marokko. — *Dionaea*. Staubgefäße 10—20. Blätter mit einem laubblattähnlichen Basal- und einem 2lappigen reizbaren Endteil. Einzige Art *D. muscipula* im atlantischen Nordamerika, die „Venus-Fliegenfalle". — *Aldrovanda*. Staubgefäße 5. Blätter quirlig, mit stielartigem Basalteile, blasigem, reizbarem Endteile, unter dem mehrere schmale Zipfel stehen. Untergetauchte Wasserpflanze. *A. vesiculosa* in den wärmeren Teilen Europas, in Ost- und Südasien, Ostaustralien. — *Drosera*, Sonnentau, artenreichste Gattung von großer Verbreitung. Staubgefäße 5. Blätter selten quirlig, rundlich oder verlängert oder geteilt, mit Tentakeln besetzt. In Europa: *D. intermedia*, *D. rotundifolia*, *D. anglica*. — *D. binata* mit geteilten Blättern in Australien und Neuseeland. — Mit Zwiebeln und kletternden Stengeln: *D. macrantha* (Australien), *D. microphylla* (Australien) u. a. — Die in neuerer Zeit zu den *Ochnaceae* gestellte Gattung *Roridula* (Kap) dürfte doch hieher gehören. Ob die Insekten, welche diese Pflanze mit ihren Drüsenhaaren fängt, ernährungsphysiologisch ausgenützt werden, ist noch unsicher. Die Bestäubung erfolgt durch Vermittlung einer Capside (Blindwanze), welche die zuckerhaltigen Gewebe des Konnektivs ansticht[54]).

10. Familie: ***Violaceae***[55]). (Abb. 443.) Krautige Pflanzen oder Holzpflanzen mit wechselständigen oder gegenständigen Blättern, meist mit Nebenblättern. Blüten einzeln oder in verschiedenartigen Infloreszenzen, an den Stielen mit 2 Vorblättern, aktinomorph oder zygomorph. Kelch

---

[54]) Marloth R., Some rec. observ. on the biolog. of *R.*, Ann. of Bot., XLI., 1903; in Communic. of Roy. Soc. of S. Afr., 1910. — Bruce A. N., On the Distrib. etc. of *R.* Not. of the Roy. Bot. Gard. Edinb., Nr. XVII, 1907.

[55]) Reiche K. und Taubert P. in E. P., III. 6, S. 322, 1895; Nachtr. III, S. 232; Nachtr. IV, S. 205. — Wittrock V. B., Violastudien, I., Acta hort. Berg., Bd. 2, Nr. 1, 1897; II., l. c., Bd. 2, Nr. 7, 1895. — Kraemer H., The morpholog. of the genus *Viola*. Bull. Torr. Bot. Cl., XXVI., 1899. — Bliss M. Contrib. to the Life-hist. of *Viola*. Ann. of Bot., XXVI., 1912. — Miyaji, Unters. üb. d. Chromosomenz. b. ein. *V.*-Arten. Bot. Mag. Tokyo, 27., 1913. — Nieuwland J. A., Not. on cleistog. flow. of Viol. Amer. Midl. Nat., III., 1914. — Clausen J., Stud. of coll. spec. *Viola tric.* Bot. Tidskr., 37. Bd., 1921, 38. Bd., 1922. — Schnarf K., Kl. Beitr. z. Entw. d. Ang. III. Österr. bot. Zeitschr., 1922. — Becker W., Violae Asiat. et Austral. Beih. bot. Zentralbl., XL., 1923. — Über die Systemat. der mitteleur. Arten vgl. Borbás V. v. in Wohlfarth, Synops. d. deutsch. u. schweiz. Flora, 1890; ferner: Becker W., Die Veilchen der bayr. Flora, in Ber. d. bayr. bot. Ges., 1902; System. Behandl. der *V. arvensis*, Mitt. d. thür. bot. Ver., N. Folge, Heft XIX, 1904; Die syst. Behandl. d. Formenkr. d. *Viola calcarata* usw., Beih. bot. Zentralbl., XVIII., II., 1905; Die system. Beh. d. *V. cenisia* usw., a. a. O., XX., II., 1906; Syst. Bearb. d. *V. alpina*, a. a. O., XXI., II., 1907; Syst. Bearb. d. Sekt. *Leptidium*, a. a. O., XXII., II., 1907; Violen-Studien I u. II, a. a. O., XXVI., II., 1909 u. 1910; Die Violen d. Schweiz, Denkschr. d. schw. naturf. Ges., XLV., 1910; Violae Europ., Dresden, 1910; endlich Kupffer K. R. in Österr. bot. Zeitschr., 1903.

5 blättrig. Korolle 5 blättrig; wenn sie zygomorph ist, trägt das unterste Blatt einen Sporn. Staubgefäße 5, mit den Korollblättern abwechselnd, häufig mit schuppenförmig verlängertem Konnektiv. Die beiden unteren in zygomorphen Blüten häufig mit Anhängseln. Fruchtknoten oberständig, einfächerig, mit 2 bis 5, zumeist 3 Fruchtknotenblättern und laminalen Plazenten. Frucht eine Kapsel oder Beere. Samen mit fettreichem Endosperm.

Abb. 443. *Violaceae.* — Fig. 1—4. *Viola alpina*; Fig. 1 Blüte von vorne; Fig. 2 dieselbe von der Seite; Fig. 3 dieselbe längs durchschn.; Fig. 4 Sporn, Andröceum u. Gynöceum im Längsschn. — Fig. 5. Andröceum von *Viola odorata.* — Fig. 6. Samen von *Viola tricolor.* — Fig. 7. Blüte von *Calyptrion Hybanthus.* — Fig. 8—10. *Rinorea* „*Physiphora*“; Fig. 8 Blüte; Fig. 9 dieselbe durchschn.; Fig. 10 Staubbl. — Fig. 11. Aufgesprungene Frucht von *Viola silvestris.* — Fig. 1, 2, 3, 7, 8, 9, 11 schwach, 4 bis 6, 10 stärker vergr. — Fig. 1—4, 11 Original, 5, 6, 8—10 nach Baillon, 7 nach Eichler.

Die spornförmigen oder warzenförmigen Anhängsel der beiden unteren Staubgefäße in zygomorphen Blüten sind Nektarien, deren Sekrete in dem Sporne des unteren Korollblattes angesammelt werden. Pollenübertragung durch Insekten, doch auch Autogamie. Die Bestäubung wird durch verschiedene Narbenbildungen sehr gefördert. Kleistogame Blüten bei *Viola* und *Hybanthus* häufig[56]). Die Samen vieler *Viola*-Arten werden durch kräftiges Zusammenfalten der Fruchtknotenblätter ausgeschleudert; durch den Wind

---

[56]) Vgl. Goebel K., Chasmogame und kleistogame Blüten bei *Viola.* Flora, 95. Bd., S. 234, 1905.

werden die geflügelten Samen von *Anchietea* (kletternde Sträucher in Südamerika) und *Agatea* (Klettersträucher, Fidschiinseln, Neukaledonien) verbreitet.

Die artenreichste Gattung ist *Viola*, Veilchen, welche über alle Erdteile verbreitet ist. Viele Bastarde. Verbreitete europäische Arten: *V. odorata*, *V. hirta*, *V. silvestris*, *V. rupestris* u. a. *V. tricolor*, das Stiefmütterchen, mit zahlreichen Formen. Das in einer Unzahl von Formen verbreitete Pensée oder Gartenstiefmütterchen, *V. hortensis*, ist auf Kreuzungen verschiedener wildwachsender Arten, besonders *V. tricolor*, *lutea*, *altaica* und auf Selektion von Mutationen zurückzuführen. Viele Arten in Südamerika (Anden). Die strauchige *V. arborescens* im westlichen Mediterrangebiete. *V. bulbosa* (Himalaya) besitzt unterirdische Zwiebeln. Die krautigen Teile von *V. arvensis* und *V. tricolor* finden medizinische Verwendung, ebenso hie und da jene von *V. odorata* und anderen Arten. — *Hybanthus Ipecacuanha* (Brasilien) liefert die sogenannte „weiße Ipecacuanhawurzel".

11. Familie: ***Flacourtiaceae***[57]). Holzpflanzen mit wechselständigen, selten gegenständigen Blättern, mit (oft hinfälligen) Nebenblättern. Blüten einzeln oder in zymösen Infloreszenzen, aktinomorph. Blütenachse häufig einen Diskus bildend, überdies sehr oft verschieden gestaltete Diskuseffigurationen, die außerhalb oder innerhalb der Staubgefäße stehen. Kelch- und Kronblätter in wechselnder Zahl, Staubgefäße meist zahlreich. Fruchtknoten 2- bis 10blättrig, 1fächerig mit wandständigen Plazenten. Beeren oder Kapseln, seltener Schließfrüchte. Arillusbildungen nicht selten.

Verbreitet in den Tropen. — Genießbare Früchte besitzen die meisten *Flacourtia*-Arten, so *F. Ramontchi* „Batoko- oder Madagaskarpflaume" (Madagaskar, Seychellen), im tropischen Asien viel kultiviert, ferner *Oncoba*- und *Doryalis*-Arten. — Die ölreichen Samen von *Pangium edule* (Malayische Inseln) werden nach langem Liegen in Wasser (frisch giftig) gegessen oder zur Ölgewinnung verwendet. — Die Früchte von *Hydnocarpus*-Arten, die Rinde von *Pangium* dienen als Fischgifte. — In der Heimat der Pflanzen finden insbesondere medizinische Verwendung die Samen von *Gynocardia odorata* (Indien; „Chaulmugru") und von *Hydnocarpus anthelminthica* (China). — Hohle, von Ameisen bewohnte und stellenweise perforierte Zweige besitzen die *Barteria*-Arten (Guinea); die Blüten sind auf die Oberseite der Blätter gerückt bei *Phyllobotryum*, *Phylloclinium* u. a. (Westafrika).

Den Flacourtiaceen wird die kleine (12.) Familie der ***Stachyuraceae*** (Ost- und Südasien) angeschlossen. *Stachyurus praecox* (Japan) hie und da als Zierstrauch kultiviert.

13. Familie: ***Turneraceae***[58]). Krautige Pflanzen oder Holzpflanzen mit wechselständigen Blättern, ohne oder mit Nebenblättern. Auf den Blättern häufig sezernierende Drüsen. Blüte aktinomorph, mit 5blättrigem Kelche, 5blättriger Korolle, 5 Staubgefäßen und einem einfächerigen, 3blättrigen Fruchtknoten mit parietalen Plazenten. Am Grunde der Blüte kommt ein $\pm$ stark entwickeltes Receptaculum zur Ausbildung, dem das Gynöceum $\pm$ eingesenkt ist. Kapseln. Samen mit Arillus.

Die Blüten zeigen häufig Heterostylie. Extraflorale Nektarien nicht selten. Bei *Piriqueta* eine dem Receptaculum aufsitzende zerschlitzte „Corona".

Artenreichste Gattung: *Turnera*, vorherrschend im tropischen und subtropischen Amerika. *T. aphrodisiaca* liefert „Herba Damiana".

---

[57]) Warburg O. in E. P., III. 6a, S. 1, 1894; Nachtr. III, S. 232; Nachtr. IV, S. 205. — Briquet J., Observ. s. quelqu. *Fl.* de l'herb. Deless. Ann. du conserv. de bot. Genève, 1898. — Brändlein K., System.-anat. Unters. d. Blatt. d. Samydac. Diss. Erlangen 1907.

[58]) Gilg E. in E. P., III. 6a, S. 57, 1894.

14. Familie: ***Malesherbiaceae***[59]). Den Übergang von den Turneraceen zu den Passifloraceen vermittelnd, von den ersteren durch das Vorkommen eines Gynophors und den Mangel eines Arillus, sowie durch das stark verlängerte, bleibende Receptaculum, von den letzteren durch den Mangel des Arillus und die freien Griffel verschieden.

Malesherbia (westliches Südamerika).

15. Familie: ***Passifloraceae***[60]). (Abb. 444.) Mit Sproßranken kletternde Kräuter und Sträucher, seltener rankenlos oder windend. Blätter wechselständig, sehr häufig gelappt, mit Nebenblättern und Blattstielnektarien. Blüten aktinomorph, zwitterig oder eingeschlechtig, mit $\pm$ kräftig ent-

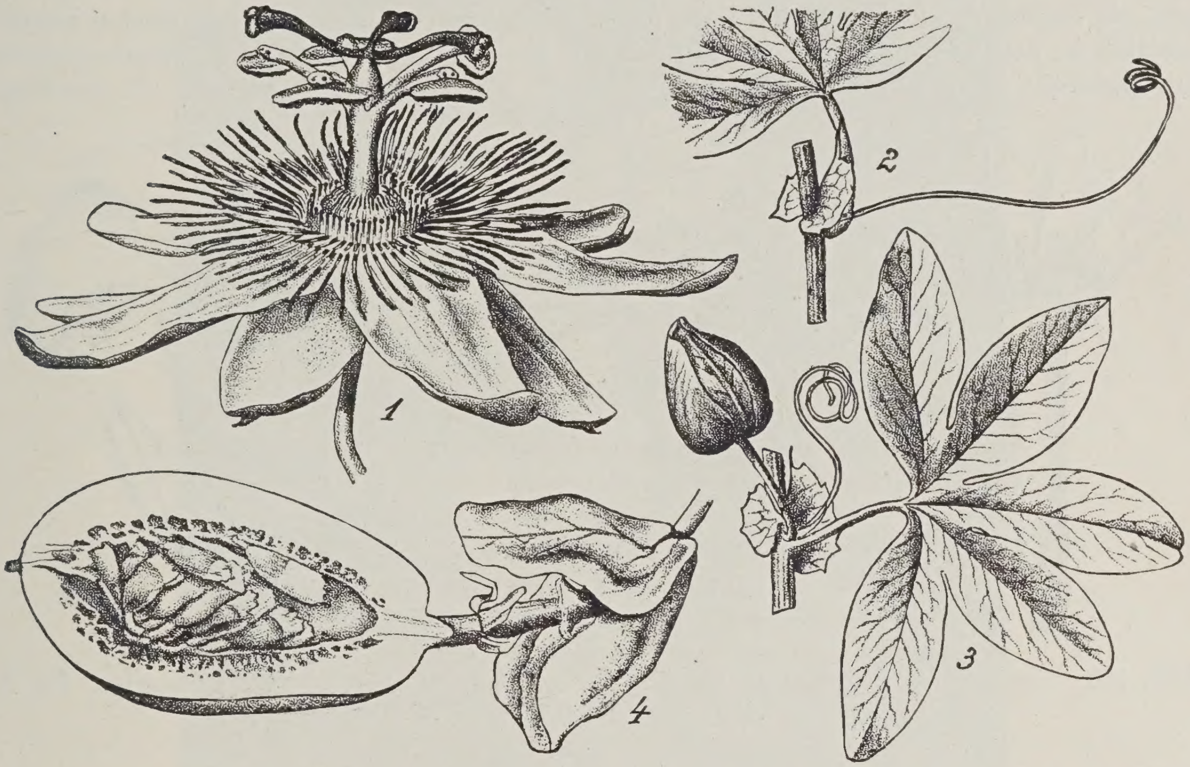


Abb. 444. *Passiflora coerulea.* — Fig. 1. Blüte. — Fig. 2. Blattbasis mit Ranke. — Fig. 3. Blatt mit Ranke und Blütenknospe. — Fig. 4. Frucht, durchschn. — Nat. Gr. — Original.

wickeltem Receptaculum. Kelch und Korolle meist 5blättrig. Zwischen Korolle und Staubgefäßen eine aus dem Receptaculum entspringende „Corona". Staubgefäße 5, mit den Korollblättern abwechselnd, im Grunde der Blüte entspringend oder durch ein Androgynophor emporgehoben. Fruchtknoten oberständig, einfächerig, 3- bis 5blättrig, mit parietalen Plazenten, oft auf einem Gynophor stehend. Kapsel oder Beere. Samen mit sackförmigem Arillus.

Die bei den meisten *Passifloraceae* vorkommenden Ranken sind achselständige Sproßbildungen; sie entsprechen vielfach der Mittelblüte eines Dichasiums, dessen Seitenblüten

[59]) Harms H. in E. P., III 6a, S. 65, 1894.

[60]) Harms H. in E. P., III. 6a, S. 68, 1894; Nachtr. III, S. 234; derselbe, Zur Morphol. d. Ranken u. Blütenstände der *P.*, Bot. Jahrb. f. Syst. usw., XXIV., 1897. — Lindman C. A. M., Zur Kenntn. d. Corona einig. *Passifl.* Bot. Studier tillägnade F. R. Kjellmann. Upsala 1906. — Kratzer J., Die verwandtsch. Bez. d. Cucurb. usw. Flora, 110. Bd., 1918.

als solche zur Entwicklung kommen. Während die meisten *Passifloraceae* klimmende Pflanzen sind, weichen einige durch merkwürdige Stammbildungen stark ab, so *Adenia globosa* mit sehr dickem, kugelförmigem Stamm und dornigen Ästen (Deutschostafrika) oder *A. Pechuëlii* mit mächtigem, polsterförmigem Stamm (Südwestafrika). — Die Coronabildung in der Blüte ist von großer Mannigfaltigkeit. Sie besteht aus einem einfachen, häufiger aus mehreren Kreisen fadenförmiger oder blättchenförmiger Bildungen, zu denen manchmal noch häutige oder wulstige Ringe hinzutreten. — Die Blüten sind nicht selten von einem Hochblattinvolucrum umgeben. — „Wasserkelche" bei mehreren *Passiflora*-Arten. — Die Bestäubung erfolgt durch Insekten, welche durch den im Receptaculum erzeugten Honig angelockt werden, überdies findet sicher Besuch der Blüten durch Kolibri statt; ob derselbe für die Befruchtung von Bedeutung ist, ist fraglich.

In den tropischen und subtropischen Gebieten der Alten und Neuen Welt. — Viele Arten der Gattung *Passiflora* werden wegen der schönen Blüten, eßbarer Früchte halber oder als Laubenverkleidungen kultiviert; die beiden letzterwähnten Zwecke spielen hauptsächlich in den Tropen eine Rolle. Genießbare Früchte von *P. edulis*, *P. quadrangularis* und anderen; Zierpflanzen: *P. quadrangularis*, *P. alata* (tropisch. Amerika), *P. racemosa*

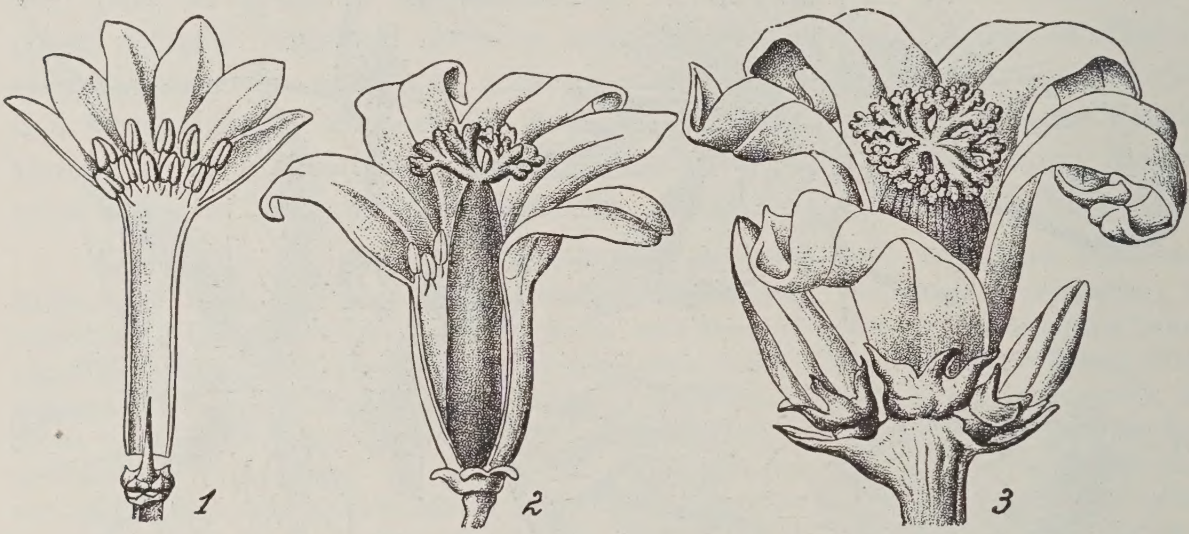


Abb. 445. *Caricaceae*. Blüten von *Carica Papaya*. — Fig. 1 ♂, Fig. 2 zwitterige, Fig. 3 ♀ Bl. — Fig. 1 u. 2 geöffnet. — Etw. vergr. — Nach Flor. Bras.

P. Raddiana (Brasilien) und Hybriden, besonders aber die auch als Zimmerpflanze oft gezogene *P. coerulea*, die Passionsblume (Abb. 444) (Südamerika).

Die (16.) Familie der **Achariaceae** unterscheidet sich von den *Passifloraceae* durch sympetale Korollen. Sowohl die Achariaceen als die Passifloraceen zeigen unleugbar bemerkenswerte Beziehungen zu den *Cucurbitaceae* unter den Sympetalen; diese wurden darum auch wiederholt (so in neuerer Zeit von Fritsch K. in Wiesner, Organogr. u. System., 3. Aufl., 1909, von Warming E., Spermatophyter, 1912) direkt hier angeschlossen.

17. Familie: **Caricaceae**[61]) (= *Papayaceae* 1823). (Abb. 445 u. 446.) Bäume mit relativ dicken, saftigen Stämmen und meist sehr geringer Verzweigung. Blätter an den Enden der Stämme und Äste gehäuft, groß und gefingert, mit ± gefiederten Abschnitten, ohne Nebenblätter. Blüten mit

[61]) Solms-Laubach H. Grf., Die Heimat u. der Ursprung des kultiv. Melonenbaums, Bot. Ztg., 1889; derselbe in E. P., III. 6a, S. 95, 1894; Nachtr. III, S. 235; Nachtr. IV, S. 207. — Tieghem Ph. v., Struct. de l'ovule des C., etc., Bull. Mus. d'Hist. nat. Paris, VIII., 1902; Ann. Sc. nat., Bot., 8. sér., XVII., 1903. — Usteri P. A., Estud. sobre *Carica pap.* Ann. esc. polyt. São Paulo, 1907. — Heilborn O., Taxon. and cyt. stud. on cult. spec. of *Carica*. Arch. f. Bot., 1917. — Kratzer J., Die verw. Bez. d. Cucurb. Flora, 110. Bd., 1918.

5blättrigem Kelche, 5blättriger, sympetaler Korolle, eingeschlechtig oder zwitterig, im ersteren Falle von verschiedener Gestalt: ♂ Blüten mit langer, ♀ mit kurzer Röhre; auch die Infloreszenzen sind in diesem Falle von verschiedenem Baue. ♀ Blüten in kurzgestielten Dichasien, ♂ Blüten

Abb. 446. Fruchttragendes Exemplar von *Carica Papaya.* — Mexiko. — Nach einer käuflichen Photographie.

in langgestielten, verzweigten Rispen. Staubgefäße 10. Fruchtknoten oberständig, 3- bis 5blättrig, meist 1fächerig, mit parietalen Plazenten. Beere. Samen mit saftiger Außenschichte der Testa. Milchsaft in allen Teilen.

Am bekanntesten ist *Carica Papaya*, der Melonenbaum, in den Tropen der ganzen Erde der genießbaren Früchte halber kultiviert. Außer ♂ und ♀ Exemplaren gibt es solche

mit zwitterigen Blüten, welche Früchte liefern, die in der Gestalt wesentlich von den aus ♀ Blüten hervorgegangenen abweichen. Zwitterige Blüten finden sich überdies vereinzelt auch an ♀ und ♂ Exemplaren. Parthenokarpie scheint vorzukommen. Der Milchsaft enthält ein peptonisierendes Ferment „Papain".

Die Verwandtschaft der *Caricaceae* mit den vorhergehenden Familien der *Parietales* ist sehr wahrscheinlich; die folgenden Familien dagegen zeigen wenig Beziehungen zu diesen; besonders gilt dies von den Begoniaceen und den ihnen immerhin nahestehenden Datiscaceen. Leider erscheint derzeit eine bessere Einreihung dieser Familien noch nicht möglich.

18. Familie: **Loasaceae**[62]). Krautige Pflanzen oder Holzpflanzen mit aufrechten oder klimmenden Stämmen, wechsel- oder gegenständigen Blättern, ohne Nebenblätter (nur selten mit solchen). Alle vegetativen Organe häufig mit Trichomen, besonders Hakenhaaren und Brennborsten bedeckt. Blüten von sehr mannigfaltigem Baue. Im allgemeinen pentamer gebaut, mit Kelch und Korolle, aktinomorph, zwitterig. Staubgefäße 5 bis 20 oder viele. Sehr häufig sind die vor den Blumenkronblättern stehenden Staubgefäße fruchtbar, die anderen in sehr verschieden geformte, als Nektarien fungierende Staminodien umgebildet. Fruchtknoten ganz oder zum Teil unterständig, 1fächerig, mit 3 bis 5 parietalen Plazenten. 1 Integument. Kapselartige Früchte.

Insektenbestäubung und Selbstbestäubung. Bei *Loasa triloba* Kleistogamie. Verbreitung der aufgeblasenen leichten Früchte durch den Wind bei *Blumenbachia*.

Positive Serum-Reaktion einerseits mit *Resedaceae* und *Capparidaceae*, anderseits mit *Cucurbitaceae*, *Campanulaceae* und *Compositae*. Der Samenbau spricht gegen eine Verwandtschaft mit *Caricaceae*, *Passifloraceae* und *Cucurbitaceae*.

Hauptverbreitung in Südamerika. — *Mentzelia*-, *Loasa*-, *Cajophora*-Arten als Zierpflanzen in Gärten.

Anhang.

19. Familie: **Begoniaceae**[63]). (Abb. 447.) Vorherrschend krautige Pflanzen mit saftigen Stengeln und Blättern, seltener Holzpflanzen. In der Gattung *Begonia* gibt es Wurzelkletterer und Epiphyten. Blätter sehr oft asymmetrisch, einfach oder fingerförmig geteilt, mit Nebenblättern. Blüten eingeschlechtig, monözisch. ♂ Blüten mit 2- bis 4blättrigem Perianth und zahlreichen Staubgefäßen, die manchmal mit den Filamenten verbunden sind. ♀ Blüte mit 2 bis 5 Perianthblättern, unterständigem, 2- bis 6-, meist 3flügeligem (selten ungeflügeltem), 2- bis 6fächerigem Fruchtknoten. Plazenten von den Zentralwinkeln oder von den Scheidewänden ausgehend oder parietal; 2 Integumente. Kapseln. Samen meist sehr klein.

Manche Arten besitzen unterirdische Knollen. Bei den Arten der Gattung *Begonia* aus der Sektion *Monophyllon* entwickelt sich ein einziges Laubblatt, von dessen Basis die Infloreszenz ausgeht; bei anderen Arten finden sich achselständige Bulbillen. Vegetative Vermehrung durch blattbürtige Sprosse sehr häufig; durch massenhafte Adventivsproßbildung an fast allen Organen, die kaum mit vegetativer Vermehrung im Zusammenhange

---

[62]) Gilg E. in E. P., III. 6a, S. 100, 1894; Nachtr. III, S. 236; Nachtr. IV, S. 208. — Urban J., Monographia Loasacear. Nov. Act. Leop. Carol. Acad., LXXVI., 1900. — Kratzer J., Die verw. Bez. d. Cucurb. usw. Flora, 110. Bd., 1918.

[63]) Warburg O. in E. P., III. 6a, S. 121, 1894; Nachtr. IV, S. 208.

steht[64]), ist *B. phyllomaniaca* (vermutlich Bastard v. *B. manicata* u. *B. incarnata*) ausgezeichnet. Über die Bestäubungsverhältnisse ist wenig bekannt; Nektarbildung in der Blüte selten.

Die systematische Stellung der Familie ist ganz unklar. Die Unklarheit hängt mit der Unmöglichkeit zusammen zu entscheiden, ob die Blüte ein ursprünglich einfaches Perianth besitzt oder nicht. Das Vorkommen kleiner blumenblattartiger Bildungen bei *Hillebrandia* und *Begoniella*, die sehr wahrscheinliche Verwandtschaft mit der folgenden Familie spricht für ein ursprünglich doppeltes Perianth und rechtfertigt in Verbindung mit einigen Ähnlichkeiten mit Familien der *Parietales* die vorläufige anhangsweise Angliederung an diese Reihe.

Verbreitet in den Tropen. Zahlreiche Arten der Gattung *Begonia* mit asymmetrischen, vielfach bunten Laubblättern[65]) werden als „Blattpflanzen" gärtnerisch verwendet, so z. B. *B. rex* (tropisch. Asien), *B. xanthina* (tropisch. Asien), *B. manicata* (Südamerika),

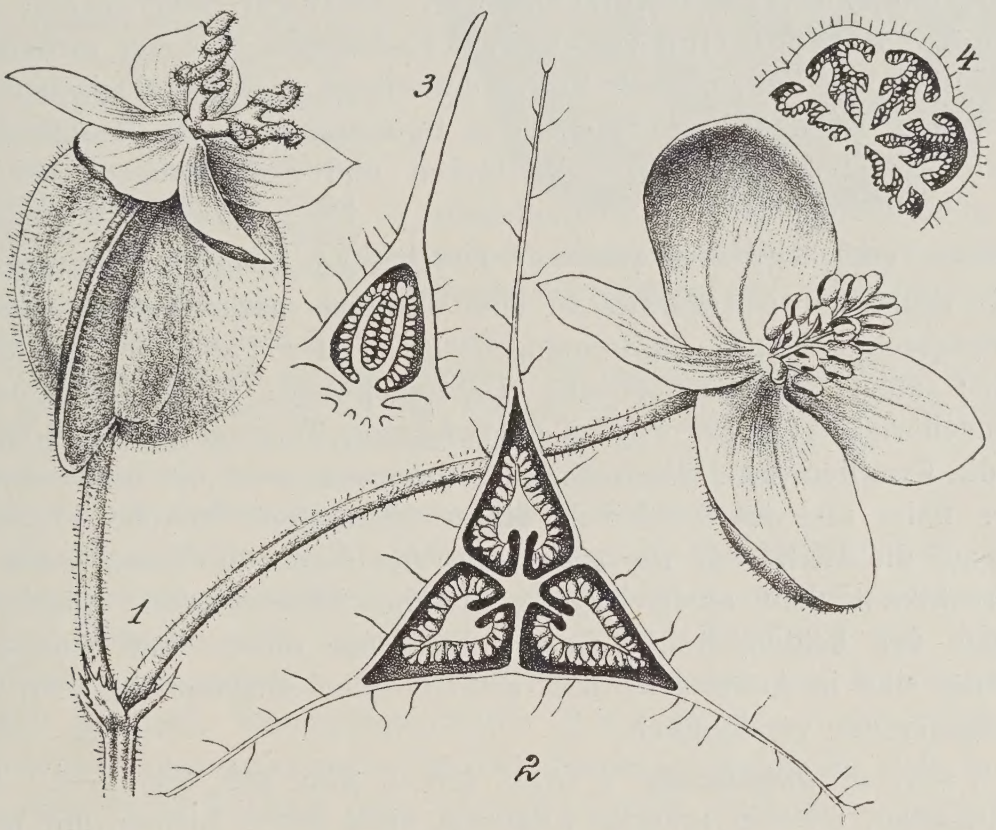


Abb. 447. *Begoniaceae*. — Fig. 1. Eine ♂ (rechts) und eine ♀ (links) Blüte einer *Begonia*. — Fig. 2—4. Fruchtknotenquerschnitte von *Begonia*-Arten. — Alle Fig. vergr. — Fig. 1 u. 2 Original, 3 u. 4 nach Warburg.

B. maculata (Brasilien), *B. Evansiana* (Ostasien). Der Blüten halber werden insbesondere knollenbesitzende Begonien gezogen, so z. B. *B. rubricaulis*, *B. Veitchii*, *B. Clarkei*, *B. geraniifolia* (Anden), von denen schon zahlreiche Hybriden und Gartenformen (z. B. solche mit gefüllten Blüten) gezogen wurden.

20. Familie: **Datiscaceae**[66]). Von den Begoniaceen unter anderem verschieden durch 3- bis 9zählige Blüten mit Kelch und Korolle in

---

[64]) Vgl. Goebel K., Einl. in d. exp. Morphol., S. 153, 1908.

[65]) Vgl. Stahl E., Bunte Laubbl. Ann. d. Jard. bot. Buitenz., XIII. 2, p. 137.

[66]) Warburg O. in E. P., III. 6a, S. 150, 1894. — Montemartini L., Stud. anatom. sulla *D. c.* Ann. di Bot., III., 1905. — Himmelbaur W., Eine blütenmorph. und embryol. Stud. üb. *D. c.* Sitzungsber. d. k. Akad. Wien, CXVIII., Abt. I, 1909.

den ♂ Blüten, durch den Mangel der Nebenblätter. Wahrscheinlich windblütig.

Datisca cannabina, von hanfähnlichem Habitus (Südwestasien), häufig in botanischen Gärten kultiviert. — Schwache positive Serum-Reaktionen mit *Reseda* und *Carica*.

Endlich sei hier auch der (21.) Familie der *Ancistrocladaceae*[67]) gedacht, deren systematische Stellung ganz unsicher ist. (*Ancistrocladus* — tropisch. Asien, Afrika.)

21. Reihe. *Guttiferales.*

Holzpflanzen, nur selten krautig. Von der vorigen Reihe hauptsächlich durch die immer oberständigen, in der Regel mehrfächerigen Fruchtknoten mit zentralwinkelständiger, seltener parietaler, dabei marginaler Plazentation verschieden. Endosperm — wenn vorhanden — Proteinkörper und Fett, niemals Stärke enthaltend. Von histologischen Eigentümlichkeiten ist das Vorkommen von Spikularzellen im Mesophyll, von interzellulären Sekreträumen (Sekretlücken und Sekretgängen) bei vielen hieher gehörenden Formen hervorzuheben. — Zwei Integumente, manchmal das äußere verkürzt (*Marcgraviaceae*) oder fehlend (einzelne *Theaceae*).

Die Reihe der *Guttiferales* ist eine durchaus natürliche; an einer entwicklungsgeschichtlichen Zusammengehörigkeit der Familien ist kaum zu zweifeln; auch sero-diagnostische Untersuchungen bestätigten diese Zusammengehörigkeit (geprüft wurden die *Ochnaceae*, *Theaceae* und *Guttiferae*)[68]). Durch die Familien der *Dilleniaceae* und *Ochnaceae* steht die Reihe den *Polycarpicae* nahe und ist wohl von dieser abzuleiten. Manche Verhältnisse weisen auf die Reihe der *Parietales* hin, von denen die *Guttiferales* durch den Fruchtknotenbau abweichen; zahlreiche Ähnlichkeiten zwischen Angehörigen der beiden Reihen sowie zwischen diesen und Formen der *Rhoeadales* sind in Anbetracht ihrer gemeinsamen Abstammung vom Typus der *Polycarpicae* verständlich.

1. Familie: ***Dilleniaceae***[69]). (Abb. 448 u. Abb. 449, Fig. 1—4.) Bäume oder Sträucher, seltener krautige Pflanzen, nicht selten Lianen, mit wechsel- oder gegenständigen, meist einfachen Blättern, mit oder ohne Nebenblätter. Blüten aktinomorph oder zygomorph. Perianth doppelt; Kelch 3- bis 5- oder vielblättrig, oft nach dem Verblühen vergrößert. Korolle meist 5blättrig. Staubgefäße 10 bis viele, oft zum Teil staminodial; Fruchtknoten 1 bis viele, im letzteren Falle frei oder ± miteinander verwachsen, aber Griffel immer frei. Samenanlagen 1 bis viele in jedem Fache, marginal. Kapseln, seltener Schließfrüchte oder Beeren. Samen mit Arillus.

---

[67]) Gilg E. in E. P., III. 6, S. 274, 1895; Nachtr. III, S. 236. — Tieghem Ph. v., Sur les A. Journ. de Bot., XVII., 1903.

[68]) Preuß A., Sero-diagn. Unters. üb. d. Verw. innerh. d. *Pariet.*, Beitr. z. Biol. d. Pfl., XIII., 1917.

[69]) Gilg E. in E. P., III. 6, S. 100, 1895; Nachtr. III, S. 218; Nachtr. IV, S. 203. — Stephuhn H., Beitr. zur vergl. Anat. d. Dilleniac. Bot. Zentralbl., LXII. Bd., S. 337, 1895. — Willis J. C., The geogr. distrib. of the *D.* etc. Ann. roy. bot. Gard. Peradeniya, IV., 1907.

Verkieselte Membranen in der Epidermis häufig (analog wie bei Magnoliaceen und Calycanthaceen!), daher Verwendung der Blätter von *Curatella*-Arten (Südamerika) als Poliermittel. Anomale Stammstruktur, d. h. mehrere konzentrische Bündelringe bei *Doliocarpus* (Liane) (Abb. 448). Phyllokladien bei *Pachynema*. Zweifellos insektenblütig.

Tropen und Subtropen der ganzen Erde.

Genießbare Früchte von *Dillenia indica* (indo-malayisch, in den Tropen viel kultiviert). — *Hibbertia* (Austral.). — Gerberrinden von mehreren *Dillenia*-Arten, Werkholz von *Dillenia, Curatella* (trop. Am.).

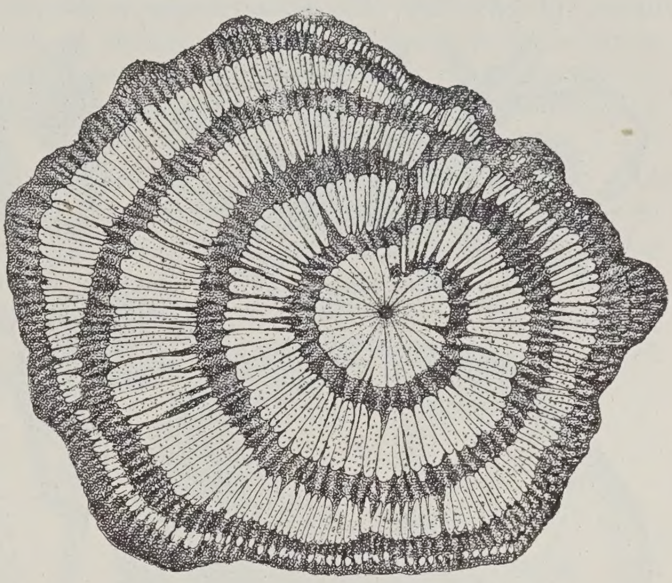


Abb. 448. Stammquerschnitt einer lianenartigen Dilleniacee (*Doliocarpus* sp.) — Nat. Gr. — Original.

Die zumeist zu den *Dilleniaceae* resp. *Theaceae* gestellten Gattungen *Actinidia* (Ostasien), *Saurauia* (trop. As. und Am.) und *Clematoclethra* (China, Tibet) weichen von diesen so sehr ab, daß die zuerst von Van Tieghem vorgenommene Vereinigung zur (2.) Familie der **Actinidiaceae**[70]) durchaus gerechtfertigt erscheint. Samenanlagen mit 1 Integument, mit stark reduziertem Nucellus. Kein Arillus. Schnarf weist auf die nahen Beziehungen der Familie zu den *Clethraceae* und damit zu den *Bicornes* hin.

Saurauia cauliflora (Java) hat stammbürtige Blüten, *S. callithrix* (Celebes) entwickelt an der Stammbasis ausläuferartige Zweige, welche Blüten tragen.

3. Familie: **Ochnaceae**[71]). (Abb. 449, Fig. 5—14.) Holzpflanzen, seltener Kräuter mit wechselständigen, meist derben Blättern mit Nebenblättern. Blüten aktinomorph oder zygomorph. Kelch und Korolle 5- bis 10blättrig, Staubgefäße 5 bis zahlreich, zum Teil oft staminodial und in diesem Falle manchmal petaloid. Fruchtknotenblätter 2 bis 15, frei oder verwachsen, aber stets mit gemeinsamem Griffel. Samenanlagen 1 bis viele in jedem Fache, zentralwinkelständig oder parietal. Frucht steinfrucht- oder beerenartig oder Kapsel; im ersteren Falle sitzen oft mehrere Früchte der vergrößerten Blütenachse auf (z. B. Abb. 449, Fig. 6). Kein Arillus.

---

[70]) Vgl. Tieghem Ph. v., Sur l. genres *Act.* et *Saur.*, cons. comme typ. d'une fam. nouv. Journ. d. Bot., XIII., 1899. — Komarov V. K., Revis. crit. g. *Clematoclethra.* Act. Hort. Petrop., XXIX., 1908. — Dume St. T., Revis. of gen. *Actinidia.* Journ. Linn. Soc., XXXIX., 1911. — Lechner S., Anat. Unters. üb. d. Gattg. *Act.*, *Saur.* usw., Beih. bot. Zentralbl., XXXII., 1. Abt., 1915. — Buscalioni L. e Muscatello G., Stud. monogr. d. spec. am. d. g. *Saur.* Malpighia, XXIV., 1912; Stud. anatom. biol. sul gen. *Saur.* usw., l. c., XXVIII., 1917. — Schnarf K., Bem. z. Stellg. d. Gtt. *Saur.* im Syst. Sitzb. Akad. Wiss., Wien, 1924.

[71]) Gilg E. in E. P., III. 6, S. 131, 1895; Nachtr. III, S. 219; Nachtr. IV, S. 203. — Gilg E., Anatomischer Bau der Ochn. usw. in Ber. d. deutsch. bot. Ges., 1893, S. 20; Beitr. z. Kenntn. d. *Ochnaceae*, in Ascherson-Festschr., 1904. — Bartelletti V., Studio monogr. intorno alla fam. d. *Ochnaceae.* Malpighia, XV., 1901. — Zahlr. Abhandl. v. Ph. van Tieghem aus den Jahren 1901—1907 im Journ. d. Bot., Ann. d. sc. nat. u. Bull. d. Mus. d'hist. nat. Paris.

Rindenständige Gefäßbündel. Antheren häufig mit apikalen Poren sich öffnend. Die Familie umfaßt Formen von großer Verschiedenheit des Blüten-, Fruchtknoten- und Samenbaues, was auch in der Tendenz Van Tieghems, die Familie in mehrere aufzulösen (*Lophiraceae*, *Luxemburgiaceae*, *Wallaceaceae* u. a.) zur Geltung kommt. Selbst

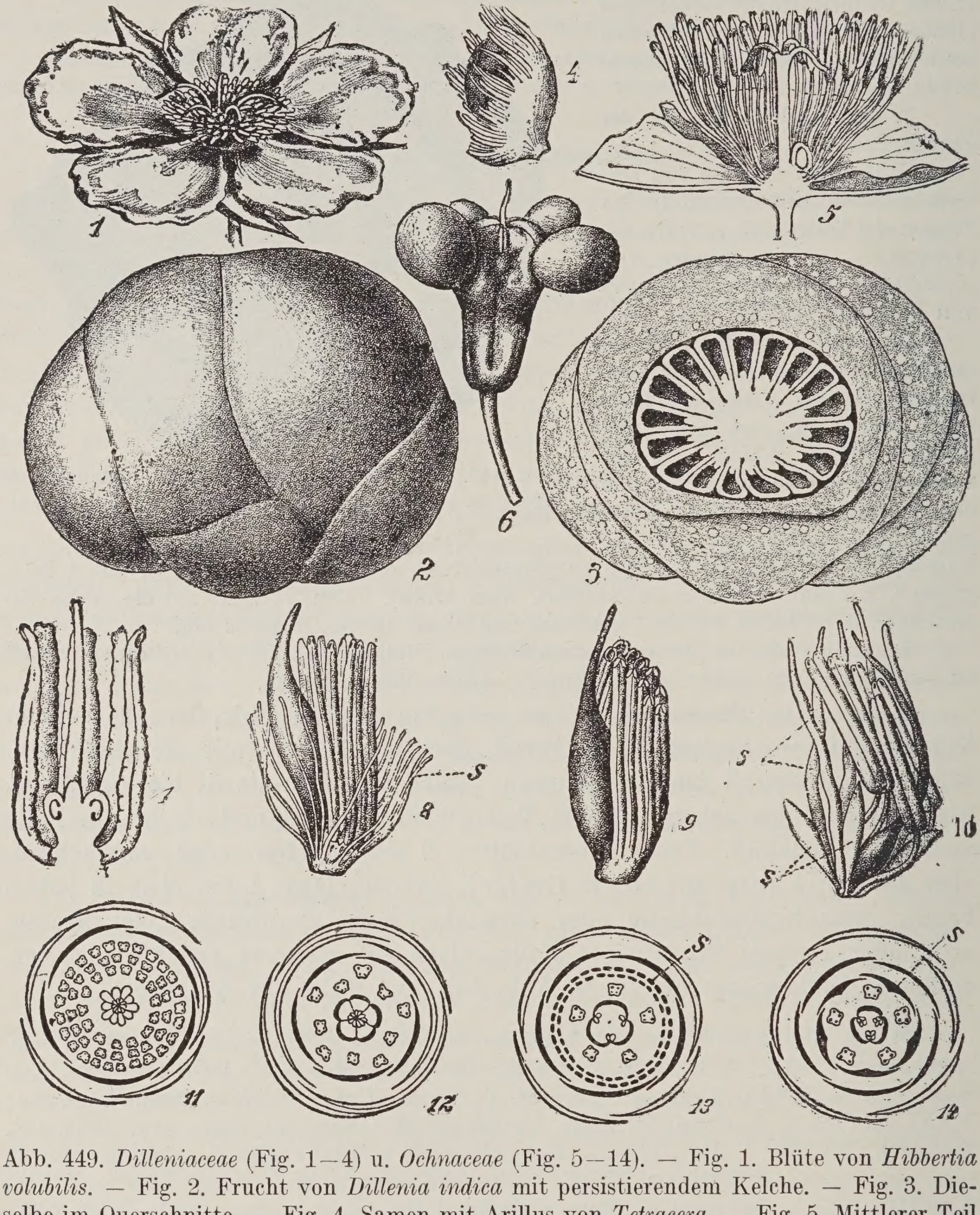


Abb. 449. *Dilleniaceae* (Fig. 1—4) u. *Ochnaceae* (Fig. 5—14). — Fig. 1. Blüte von *Hibbertia volubilis*. — Fig. 2. Frucht von *Dillenia indica* mit persistierendem Kelche. — Fig. 3. Dieselbe im Querschnitte. — Fig. 4. Samen mit Arillus von *Tetracera*. — Fig. 5. Mittlerer Teil einer *Ochna*-Blüte im Längsschn. — Fig. 6. Sammelfr. von *Ouratea* sp. — Fig. 7—10. Verschiedene Andröceumformen von Ochnaceen; Fig. 7 *Ouratea coccinea*; Fig. 8 *Blastemanthus gemmiflorus*; Fig. 9 *Luxemburgia nobilis*; Fig. 10 *Poecilandra retusa*; *s* Staminodien. — Fig. 11 bis 14. Blütendiagramme verschiedener Ochnaceen (11 *Ochna*, 12 *Godoya*, 13 *Wallacea*, 14 *Sauvagesia*), die Mannigfaltigkeit im Baue der Blüten andeutend. — Fig. 1 u. 5 etwas, 4, 7—10 stärker vergr., 2 u. 3 verkl., 6 nat. Gr. — Fig. 1 u. 5 nach Baillon, 2 bis 4 und 6 Original, 7—14 nach Engler.

innerhalb der heute noch zumeist als Gattungen aufgefaßten Gruppen finden sich recht verschiedene Formen. Die Familie läßt sich in bezug auf diese Mannigfaltigkeit mit mehreren unter den *Polycarpicae* (z. B. *Ranunculaceae*, *Nymphaeaceae*) vergleichen. Das Verhalten des Andröceums erinnert geradezu an das bei den Ranunculaceen (Abb. 449, Fig. 5, 7—14).

Tropenbewohner, besonders artenreich in Südamerika und Afrika. *Sauvagesia erecta* weit verbreitet. — Artenreiche Gattungen: *Ochna*, *Ouratea*, *Sauvagesia*, *Luxemburgia*. — *Ochna*- und *Ouratea*-Arten liefern Nutzholz. — *Lophira alata* (Afrika) hat Flugfrüchte mit flügelartig verlängerten Kelchblättern.

Die (4.) Familie der **Eucryphiaceae** unterscheidet sich von den *Dilleniaceae* und *Ochnaceae* durch tetrameren Kelch und ebensolche Korolle, durch die bei der Reife sich loslösenden, aber lange noch durch 2 Stränge mit einem Mittelsäulchen zusammenhängenden Fruchtknotenblätter.

Die (5.) Familie der **Caryocaraceae**[72]) (= *Rhizobolaceae*, 1824) ist ausgezeichnet durch 3teilige Blätter, durch Steinfrüchte mit 1—4 Kernen und den mächtigen Achsenteil des Embryo. — Die Samen von *Caryocar nuciferum*, *C. amygdaliferum* u. a. (tropisch. Amerika) werden geröstet gegessen. *C. tomentosum* (Guiana) liefert „Tatajuba"-Holz und „Saouari"-Fett.

6. Familie: **Marcgraviaceae**[73]). (Abb. 450 u. 451.) Bäume, Sträucher oder Wurzelkletterer, im letzteren Falle häufig mit dimorphen Blättern. Blüten in trauben-, dolden- oder ährenförmigen Infloreszenzen mit Deckblättern, die sehr oft ± mit den Blütenstielen „verwachsen" und zu sporn- oder sackförmigen, Nektar sezernierenden Gebilden umgewandelt sind. Blüten aktinomorph, zwitterig; Kelch und Korolle 4- bis 5blättrig, die Blätter der letzteren ± miteinander verwachsen. Staubgefäße 3 bis viele. Fruchtknoten oberständig, 2- bis vielblättrig, anfangs einfächerig, später gefächert. Frucht eine Kapsel; Samen ohne Arillus.

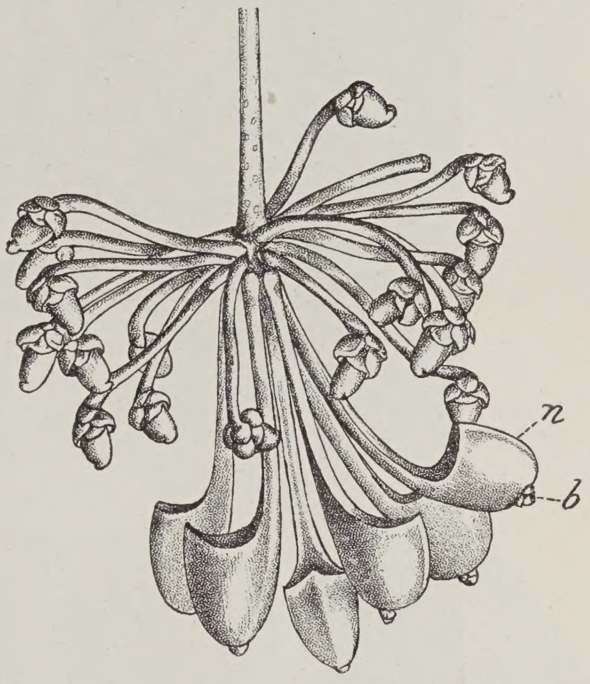


Abb. 450. *Marcgraviaceae*. Infloreszenz von *Marcgravia picta*; *n* als Nektarien fungierende Deckblätter, *b* verkümmerte Blüten. — Verkl. Nach Wittmack.

In vegetativer Hinsicht fallen viele Marcgraviaceen durch den Dimorphismus der beblätterten Sprosse auf. Sie besitzen mit Adventivwurzeln klimmende Schattensprosse mit zweireihig angeordneten, sitzenden, dem Substrate flach aufliegenden Blättern und Lichtsprosse mit ganz anders geformten und gestellten Blättern. An letzteren erscheinen die Infloreszenzen. Durch diesen Dimorphismus und das relativ seltene Blühen vieler

[72]) Szyszyłowicz J. in E. P., III. 6, S. 153, 1895. — Warming E., En Stenfrugt med Sejbast. Vidensk. Medd. f. d. naturh. foren., 1889.

[73]) Szyszyłowicz J. in E. P., III. 6, S. 157, 1895. — Pitard, De la classific. d. *M.* Act. Soc. Linn. Bordeaux, LVIII., 1903. — Juel H. O., Beitr. z. Anat. d. *M.* Bih. till Vetensk. Akad. Handl., 12., Afd. III, 19. — Richter A., A *M.* néhány új alakjárol etc. Math. és Termet. Ertesitö, XXXIV., 1916. — Bailey I. W., The pollination of *Marcgravia* etc., Americ. Journ. of Bot., IX., 1922.

Arten im Walde erinnern sie ökologisch geradezu an *Hedera*. — Sehr auffallende Bildungen sind die in Nektarien umgewandelten Bracteen der Infloreszenzen, welche sehr häufig den Blütenstielen als sack-, sporn- oder blasenförmige Gebilde anhaften. Der Nektar wird im Gewebe der Nektarien-Wandungen ausgeschieden und durch 2 Öffnungen im Grunde des Nektariums entleert. — Die Ausbildung dieser Nektarien steht zweifellos mit der Bestäubung im Zusammenhange. Als Bestäubungsvermittler fungieren Insekten und Vögel. Sämtliche Arten im tropischen Amerika. — *Marcgravia, Norantea.*

Abb. 451. *Marcgravia polyantha* an einer Mauer bei Santos, Brasilien. — Original.

Die systematische Stellung der hier häufig angefügten kleinen (7.) Familie der ***Quiinaceae*** (tropisch. Amerika) ist ganz unsicher.

8. Familie: ***Theaceae***[74]) (= *Ternstroemiaceae* 1814 = *Camelliaceae*). (Abb. 452.) Holzpflanzen mit einfachen, wechselständigen, meist immer-

---

[74]) Szyszyłowicz J. in E. P., III. 6, S. 175, 1895; Nachtr. III, S. 226; Nachtr. IV, S. 204. — Urban J., Über einige Ternstroemiaceen-Gattungen. Ber. d. deutsch. bot. Ges., XIV., S. 38, 1896. — Pitard, Rapp. et classif. d. Ternstrœmiacées usw., Act. Soc. Linn. Bordeaux, LVIII., 1903; Sur l'affin. d. Astéropeiées, l. c., LVIII., 1903; Sur l. rapp. d. Bonnétiées, l. c., LVII., 1902. — Guignon C. A., Le Thé. Histoire, culture usw. Paris 1901. — Pekelharing N. R., System.-anat. onderzoek. etc. Diss. Groningen, 1908. — Cowie G. A., Fertiliz. of *Tea*, London 1909. — Pasquier P. A., Beitr. z. Kenntn. d. Thees. Vierteljahrs-

grünen Blättern, mit oder ohne Nebenblätter. Blüten zwitterig oder eingeschlechtig. Kelch 5- bis 7blättrig, Korolle 4- bis 9-, selten mehrblättrig, Blumenkronblätter am Grunde oft etwas miteinander verwachsen. Staubgefäße meist zahlreich, oft in 5 Bündeln und mit dem Grunde der Blumenkronblätter vereint. Fruchtknoten 2- bis vielfächerig. Samen zentralwinkelständig. Frucht eine Kapsel oder Schließfrucht, selten beerenartig. Kein Arillus.

Abb. 452. *Theaceae*. — Fig. 1—5. *Camellia sinensis*; Fig. 1 blühender Zweig; Fig. 2 Blüte; Fig. 3 Frucht; Fig. 4 dieselbe im Querschn., 2 Fächer leer; Fig. 5 Querschnitt durch das Blatt, *i* Sklereiden. — Fig. 1 nat. Gr., 2—4 etw., 5 stark vergr. — Fig. 1 nach Baillon, 2—4 Original, 5 nach Moeller.

Sklereiden im Stamme und in den Blättern, wie bei den meisten verwandten Familien. — Insektenbestäubung und Autogamie.

Tropen und Subtropen.

Camellia sinensis, der Teestrauch (= *Camellia theifera*), wird in mehreren Rassen zur Gewinnung des „Tees" hauptsächlich im tropischen und subtropischen Asien (Indien, Java, China, Japan), in neuerer Zeit unter anderen auch auf den südlichen Vorbergen des Kaukasus kultiviert. Die verschiedenen Teesorten des Handels beruhen insbesondere

---

schrift natf. Ges. Zürich, LIII., 1909. — Buschmann E., Unters. d. Entw. d. *Thea chin.* Arch. Pharm., CCLII., 1914. — Cohen-Stuart C. P., S. l. développ. d. cell. généatr. d. *Camellia*. Ann. jard. bot. Buitenzorg, XXX., 1916.

auf verschiedener Auswahl und Behandlung der die Handelsware bildenden Blätter. Die Pflanze wurde lange Zeit als *Thea sinensis* bezeichnet; nach Vereinigung der Gattungen *Thea* und *Camellia* ist der Gattungsname *Camellia* der richtige. Was den Artnamen anbelangt, so ist kein Grund vorhanden, den Namen „*sinensis*" durch den jüngeren „*theifera*" zu ersetzen[75]). — *C. japonica* (China, Japan), die „Kamellie", verbreitete Zierpflanze. — Fette Öle liefern die Samen von *C. Sasanqua* (China, Japan), *C. japonica* u. a. — Nutzhölzer von *Gordonia exselsa* (Hinterindien, malayische Inseln), *Stuartia Pseudocamellia* (Japan) u. a.

9. Familie: **Guttiferae**[76]). (Abb. 453.) Holzpflanzen, seltener krautige Pflanzen mit gegenständigen Blättern, meist ohne Nebenblätter. Blüten

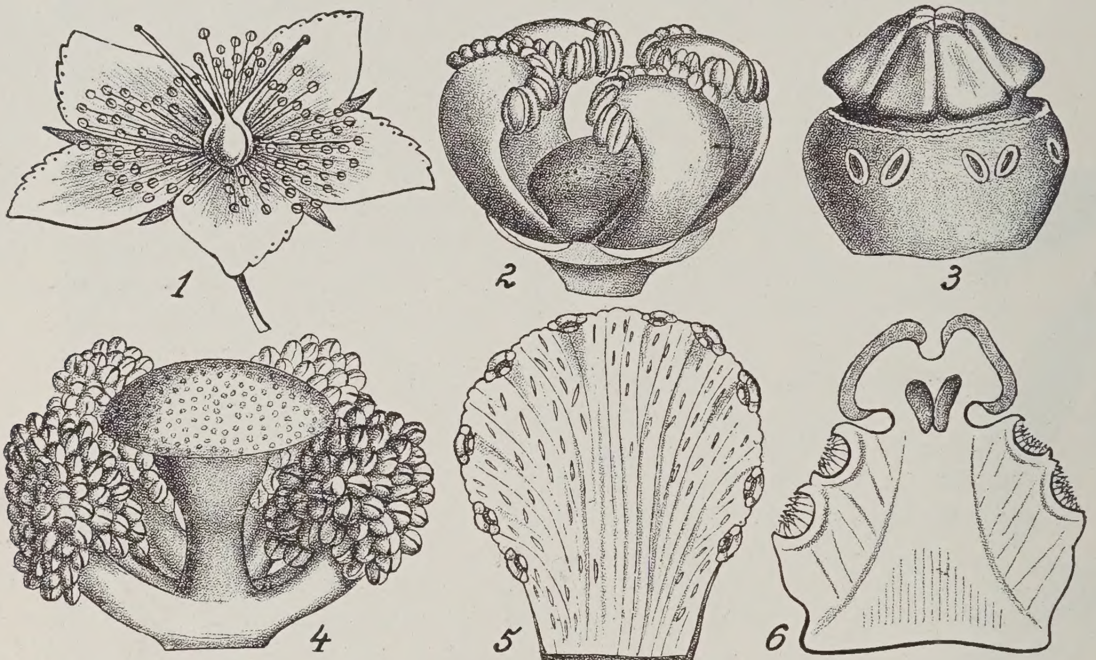


Abb. 453. *Guttiferae.* — Fig. 1. Blüte von *Hypericum perforatum.* — Fig. 2. Andröceum und Gynöceum von *Garcinia punctata.* — Fig. 3. Gynöceum und Staminodienhülle von *Clusia minor.* — Fig. 4. Andr. u. Gyn. v. *Garcinia fulva.* — Fig. 5. Längsschn. durch das Synandrium v. *Clusia eugenioides.* — Fig. 6. Längsschn. d. d. Synandr. mit reduz. Gynöceum v. *Cl. Planchoniana.* — Alle Fig. vergr. — Fig. 1 nach Baillon, das übrige nach Pierre.

zwitterig oder eingeschlechtig, aktinomorph, in zymösen Infloreszenzen, seltener einzeln. Kelch und Korolle schraubig oder wirtelig; Zahlenver-

[75]) Vgl. Kochs J., Über die Gattung *Thea* u. d. chines. Tee. Bot. Jahrb. f. Syst. usw., XXVII., 1900. — Cohen Stuart C. P., A Basis of Tea select. Bull. Jard. Bot. Buitenz., sér. 3., vol. I., 1919.

[76]) Engler A. in E. P., III. 6, S. 194, 1895; Nachtr. III, S. 227; Nachtr. IV, S. 204. — Vesque J., *Guttiferae* in DC., Monogr. Phanerog., Vol. XIII, 1893. — Weill G., Recherches histol. d. l. fam. d. Hyperic. Trav. d. Lab. mat. med. École super. d. Pharm. Paris, I., 1902. — Keller R., Beitr. z. Kenntn. d. ostasiat. *Hyperica*, Bot. Jahrb. f. Syst. usw., XXXIII., 1904; Zur Kenntn. d. Sect. *Brathys* d. G. *Hypericum*, Bull. herb. Boiss., 2. sér., VIII., 1908. — Stepowski M., Vergl. anat. Unters. üb. d. oberird. Veg.-Org. d. *Burseraceae*, *Dipterocarp.* u. *Guttiferae.* Diss. Bern, 1905. — Jacob de Cordemoy H., Observ. anat. s. l. Clusiacées d. N. Ouest d. Madag. Ann. sc. nat., 9. sér., Bot., XI., 1910. — Jumelle H. et Perrier de la Bathie H., Les Clusiac. d. N. Ouest d. Madag. Ann. sc. nat., 9. sér., Bot., XI., 1910. — Schnarf K., Beitr. z. Kenntn. d. Samenentw. einig. europ. *Hypericum.* Sitzber. Akad. d. Wissensch. Wien, CXXIII., 1914. — Palm B., D. Endosp. v. *Hyp.* Sv. bot. Tidskr., XVI., 1922.

hältnisse sehr verschieden. Staubgefäße 4 bis zahlreich, zumeist zu Bündeln oder zu Synandrien vereinigt, manchmal am Grunde auch ± mit den Korollblättern verbunden. Gynöceum meist 3- bis 5blättrig, doch auch mit mehr oder weniger Blättern. Fruchtknoten ein- oder mehrfächerig mit marginalen, dabei zentralen oder parietalen, seltener basalen oder apikalen Plazenten. Kapseln, Steinfrüchte oder Beeren. Samen ohne Nährgewebe, manchmal mit Arillus.

Sekretbehälter in allen vegetativen Organen. — Epiphyten und Lianen in der Gattung *Clusia*; unter den ersteren finden sich „Baumwürger", welche die Stämme der Stützpflanzen mit kräftigen Wurzeln umspannen. — An den Embryonen vieler Gattungen fällt die kräftige Entwicklung des hypokotylen Stengelgliedes bei geringer Entwicklung der Kotyledonen und der Radicula auf. — Insektenbestäubung (Pollenblumen), daneben Selbstbestäubung häufig. Kleistogame Blüten bei einzelnen *Hypericum*-Arten.

Vorherrschend in den Tropen, nur wenige Gattungen extratropisch, z. B. *Hypericum*, Johanniskraut (häufige europäische Arten: *H. perforatum*, *H. hirsutum* u. a.).

Viele Gattungen liefern technisch wichtige Gummiharze, so „Gummigutt" von *Garcinia Morella* (tropisch. Asien) und einigen anderen Arten (die offizinelle „Gummiresina Gutti" von *G. Hanburyi*, Hinterind.), „Anani" oder Mani-Harz von *Moronobea coccifera* (Südamerika), „Takamahak" von *Calophyllum Inophyllum* (Ostafrika und tropisch. Asien). — Genießbare Früchte liefern unter anderen *Mammea americana* („Mammei-Apfel", „Aprikosen von S. Domingo"; Westindien), *Garcinia pedunculata*, *G. Mangostana* (Malakka, in den Tropen viel kultiviert). — Geschätzte Werkhölzer von *Calophyllum Inophyllum*: „Rosenholz", von *Mesua ferrea* (tropisch. Asien): „ostindisches Eisen- oder Nagasholz" u. a. — Fettes Öl aus den Samen von *Calophyllum Inophyllum* (Takamahakfett, Njamplungöl), *Garcinia indica* (Kokumfett), *Allanblackia Stuhlmanni* (Ostafrika) u. a. Der dicke Saft aus den Früchten von *Pentadesma butyraceum* („afrikanischer Butterbaum", „Tallow-tree", Westafrika) wird von den Eingeborenen wie Butter verwendet.

10. Familie: **Dipterocarpaceae**[77]). (Abb. 454). Holzpflanzen mit wechselständigen Blättern mit Nebenblättern. Blüten zwitterig. Kelch und Korolle 5blättrig. Staubgefäße 5 bis zahlreiche, fast stets frei. Fruchtknoten 3blättrig und 3fächerig, 1samige Nüsse.

Harzhältige Sekretbehälter allgemein verbreitet. — Sehr charakteristisch ist das Verbleiben des Kelches an der Frucht (nur wenige Ausnahmen), wobei er sich vergrößert und häufig die Kelchzipfel (alle oder nur 3 oder 2) zu flügelartigen Bildungen auswachsen (vgl. Abb. 454). — Über den Bestäubungsvorgang ist nichts bekannt; Insektenbestäubung höchstwahrscheinlich, doch fehlen Nektarien.

Vorherrschend im tropischen Asien und auf den benachbarten Inselgruppen; viele Arten wichtige Waldbildner.

Viele harzliefernde Arten: Das technisch und medizinisch verwendete Dammarharz liefert *Shorea Wiesneri*

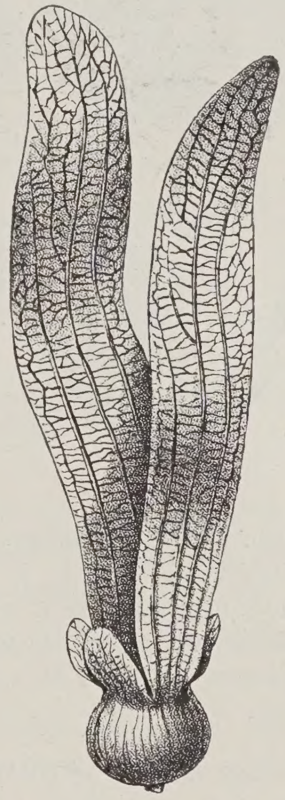


Abb. 454. Frucht von *Dipterocarpus retusus*. — Verkl. — Original.

[77]) Brandis D. u. Gilg E. in E. P., III. 6, S. 242, 1895; Nachtr. III, S. 227; Nachtr. IV, S. 204. — Brandis D., An Enum. of the *Dipteroc.* Journ. of Linn. Soc., Vol. XXXI, 1895. — Guérin P., Contrib. à l'étude anat. de la tige et d. l. feuille d. Dipt. Bull. d. l. soc. bot. de Fr., LIV., 1907. — Dingler K., Die Flugfähigkeit schwerster gefl. *Dipt.*-Früchte. Ber. d. d. bot. Ges., XXXIII., 1915.

(Sumatra)[78]), doch gehen im Handel auch die Harze anderer *Shorea*- und *Hopea*-Arten als Dammar. *Dryobalanops aromatica* (= *D. Camphora*) liefert den Baroskampfer oder Borneokampfer und Grigiharz. — Andere Arten liefern Nutzhölzer: „Saltree" von *Shorea robusta* (Indien), *Dipterocarpus turbinatus* (tropisch. Asien), *Hopea odorata* (Hinterindien) u. a. — „Borneotalg" oder „Tangkawang" von *Shorea stenoptera* und *Sh. aptera* (Sundainseln), „Vateriafett", „Piney-Tallow" oder „Malabartalg" von *Vateria indica.*

22. Reihe. ***Rosales.***

Pflanzen von verschiedenem Habitus. Blätter mit oder ohne Nebenblätter. Blüten zwitterig (nur selten durch Rückbildung eingeschlechtig) zu-

Abb. 455. *Crassulaceae.* — Fig. 1. Blüte v. *Sempervivum acuminatum.* — Fig. 2. Dieselbe längs durchschn. — Fig. 3. Frucht v. *S. arachnoideum.* — Fig. 4. Blattrosette mit veg. Vermehrungssprossen v. *S. soboliferum.* — Fig. 5. Sproß v. *Bryophyllum crenatum* mit blattbürtigen Sprossen (abnorm armblütiger Sproß mit pentamerer Blüte). — Fig. 6. Bl. v. *Sedum Aizoon.* — Fig. 7. Bl. v. *Cotyledon glaucus.* — Fig. 4 u. 5 nat. Gr., alles andere etw. vergr. — Original.

meist mit doppeltem, aktinomorphem oder zygomorphem Perianth (Kelch und Blumenkrone), in der Regel pentamer. Staubgefäße in gleicher Zahl wie die Blumenkronblätter oder doppelt so viele oder zahlreich (selten wenige bis 1). Fruchtknotenblätter in gleicher Zahl wie die Korollblätter oder (häufiger) in geringerer Zahl, frei oder miteinander bis auf die Griffel (nur selten auch diese) verwachsen, mit marginaler Plazentation. Der Blütengrund ist sehr häufig scheibenförmig verbreitert oder ausgehöhlt,

---

[78]) Vgl. Wiesner J., Über die Abstammung des Dammars. Ztschr. d. allg. öst. Apothekervereines, XXXIV. Bd., 1896.

so daß die Ansatzstellen der Kelch- und Korollblätter und der Staubgefäße ± emporgehoben erscheinen; durch Vereinigung dieses Blütengrundes mit den Fruchtknotenblättern kommt es häufig zu ± unterständigen Fruchtknoten.

Eine sehr natürliche Reihe[79]), deren Familien vielfach durch Zwischenformen miteinander verbunden sind. Die Reihe beginnt mit Formen mit aktinomorphen Blüten und oberständigem Gynöceum und führt einerseits zu Formen mit unterständigem Gynöceum, anderseits zu solchen mit zygomorphen Blüten. Die starke Abweichung dieser Endglieder vom „Typus" ergibt die Schwierigkeit einer schärferen Charakteristik der Reihe.

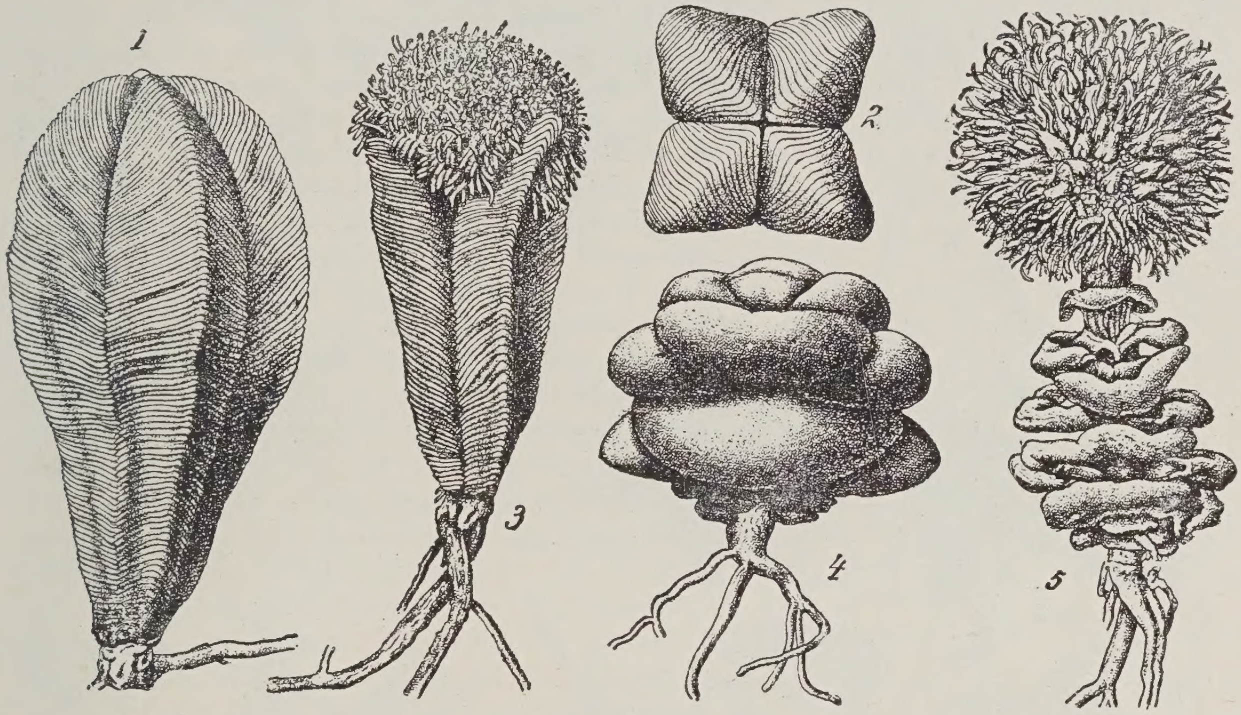


Abb. 456. Anpassungsformen südafrikanischer *Crassula*-Arten. — Fig. 1—3. *Crassula pyramidalis*; Fig. 1 nicht blühende Pflanze, Fig. 2 dieselbe von oben gesehen, Fig. 3 blühende Pflanze. — Fig. 4 u. 5. *Crassula columnaris*; Fig. 4 nicht blühende Pflanze, Fig. 5 fruchtende Pflanze. — Fig. 1—3 etw. vergr., 4 u. 5 nat. Gr. — Original.

Die Reihe der *Rosales* zeigt recht klare Beziehungen zu der der *Polycarpicae*, von der sie wohl abzuleiten ist. Die in der Reihe der *Rosales* sich zeigende Tendenz der Versenkung des Gynöceums in den Blütengrund tritt in gesteigertem Maße bei der folgenden Reihe der *Myrtales* hervor, die sicher in genetischen Beziehungen zu den *Rosales* steht.

1. Familie: **Crassulaceae**[80]) (= *Sedaceae* 1763). (Abb. 455 und 456.) Krautige Pflanzen mit in der Regel fleischigen, einfachen, nebenblatt-

[79]) Über den sero-diagnostischen Nachweis der Zusammengehörigkeit der hier vereinten Familien vgl. Kohz K. in Bot. Arch., III., 1., 1923.

[80]) Schönland S. in E. P., III. 2a, S. 23, 1890; Nachtr. III, S. 138; Nachtr. IV, S. 108. — Britton N. L. and Rose N., New or noteworthy North Americ. *Crass.* Bull. N. York Gard., III., 1903; North American Flora, XXII., pars 1., 1905. — Tieghem Ph. v., Sur le genre Penthore, consid. c. type d'une fam. nouv. d. Penthoracées. Ann. sc. nat., Bot., 8. sér., tom. IX, 1899. — Jönsson B., Die ersten Entwicklungsstad. b. d. Succul. Act. univ. Lund., XXXVIII., 2., 1902. — Dintzl M., Die spinnweb. Haare an d. Blattsp. v. *Semp.*

losen Blättern. Blüten 4- bis vielzählig, meist 5zählig, aktinomorph, in zymösen Infloreszenzen. Staubgefäße in gleicher Zahl wie Korollblätter oder

Abb. 457. *Saxifragaceae.* — Fig. 1. Infloreszenz von *Chrysosplenium alternifolium.* — Fig. 2. Bl. v. *Saxifraga trifurcata.* — Fig. 3. B saler Teil ders., längs durchschn. — Fig. 4. Bl. v. *Philadelphus* „*coronarius*“. — Fig. 5. Bl. v. *Deutzia scabra.* — Fig. 6. Bl. v. *Ribes Grossularia.* — Fig. 7. Bl. v. *Ribes* „*rubrum*“ von oben. — Fig. 8. ♀ Bl. v. *Ribes alpinum*, Längsschn. — Fig. 9. Bl. v. *Saxifraga sarmentosa.* — Fig. 10. Bl. v. *Tellima grandiflora.* — Fig. 11. Bl. von *Tolmiea Menziesii.* — Fig. 12. Stück einer Inflor. v. *Hydrangea* sp. — Alle Fig. vergr. — Fig. 8 nach Engler, sonst Original.

---

arachn. Öst. bot. Zeitschr., 1905. — Rydberg P. A., *Penthoraceae.* North Amer. Flora, XXII., pars 1., 1905. — Hamet R., Monogr. d. g. *Kalanchoe*, Bull. herb. Boiss., 2. sér., VII., 1907, u. VIII., 1908; Revis. d. *Sedum* d. Caucase, Trav. Jard. bot. Tiflis, VIII., 1908. — Chartier H., Rech. s. l. struct. d. l. tige florif. d. quelqu. Cr. Paris 1910. — Jacobsson-Stiasny E., Die spez. Embryol. d. Gttg. *Semperv.* im Vergl. mit and. *Rosales.* Denkschr. Akad. d. Wissensch. Wien, LXXXIX., 1914. — Praeger R. Ll. The genus *Sedum.* Journ. Roy. Hort. Soc., vol. XLVI, 1921.

doppelt soviele. Gynöceum oberständig; Fruchtknoten soviele wie Korollblätter, frei oder ± verbunden, Kapselfrüchte.

Mit wenigen Ausnahmen xerophil gebaut. Rekauleszenz in den Infloreszenzen sehr häufig. Vegetative Vermehrung durch blattbürtige Sprosse bei *Bryophyllum*- (Abb. 455, Fig. 5), *Sedum* und *Sempervivum*-Arten. Bestäubung durch Insekten oder (*Cotyledon*, *Kalanchoë*) Vögel, welche durch Nektar angelockt werden, seltener Autogamie. Knöllchenförmige Kurzwurzelansammlungen bei den meisten Arten[81]). Bei *Sempervivum*, *Sedum* und *Bryophyllum* in der Samenanlage Haustorienbildung am Mikropylarende und am Antipodialende des Embryosackes. 2 Integumente.

A. Korolle choripetal; *Sempervivum*, Hauswurz. Blüten 6- bis 25zählig. Zahlreiche Arten und Bastarde in den Gebirgen Europas und Vorderasiens, besonders artenreich auf den Kanaren. *S. tectorum*, mit Samenanlagen tragenden Antheren, häufig kultiviert. Volksheilmittel. Die Gattung diente in neuerer Zeit Klebs für entwicklungsmechanische Untersuchungen[82]). — *Sedum.* Blüten meist 5zählig. Zahlreiche Arten in den extratropischen Teilen der nördlichen Hemisphäre. In Europa verbreitet *S. acre*, *S. boloniense*, *S. maximum* u. a. *S.* (*Rhodiola*) *roseum* (Europa, Asien, Amerika) mit meist tetrameren, eingeschlechtigen Blüten. — *Crassula* mit zahlreichen Arten in Südafrika, mehrere durch Ähnlichkeit mit Steinen (Schutz vor Tierfraß, z. B. *C. columnaris*, vgl. Abb. 456, Fig. 4), andere durch weitgehende Anpassungen an die Trockenheit des Standortes (Abb. 456, Fig. 1—3)[83]) bemerkenswert; viele in Kultur. — *Tillaea aquatica* (Europa, Asien, Nordamerika), zarte, einjährige Pflanze. — *B.* Korolle sympetal: *Cotyledon* mit zahlreichen Arten in den wärmeren Teilen der nördlichen Hemisphäre und besonders in Südafrika. — *Bryophyllum* (*B. calycinum* in den Tropen weit verbreitet). — *Kalanchoë*, *Rochea*. Viele Arten der genannten Gattungen als Zierpflanzen in Kultur. — Die Gattung *Penthorum* (Nordamerika, Ostasien) wurde von Van Tieghem zum Repräsentanten einer eigenen Familie (*Penthoraceae*) gemacht.

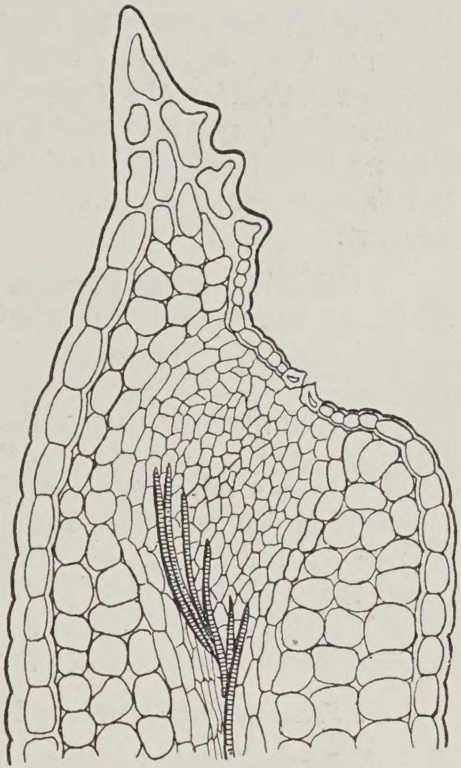


Abb. 458. *Saxifragaceae.* — Längsschnitt d. eine kalkabsondernde Hydathode von *Saxifraga Aizoon.* — Stark vergr. Nach Thouvenin.

2. Familie: **Saxifragaceae**[84]). (Abb. 457 und 458.) Kräuter oder Holzpflanzen, meist ohne deutliche Nebenblätter. Blüten aktinomorph, seltener zygomorph, 4- bis 12-, meist 5zählig, mit Ausnahme des

---

[81]) Zach Fr., Unters. üb. d. Kurzwurzeln von *Sempervivum* usw. Sitzungsber. d. Wiener Akad., CXVIII., Abt. 1, 1909.

[82]) Vgl. insb. Studien üb. Variation, Arch. f. Entwicklungsmech., XXIV., 1907; Üb. d. Nachk. künstl. veränderter Blüten von *S.*, Sitzungsber. Heidelberg. Akad., 1909.

[83]) Vgl. Marloth R., Das Kapland. Jena 1908.

[84]) Engler A. in E. P., III. 2a, S. 41, 1890; Nachtr. IV, S. 108 — Nappi G., Alcuni stud. sul gen. *Saxifraga* e gen. aff. Bull. ort. bot. Nap., I., 1903. — Günthart A., Beitr. z. Blütenbiol. d. Crucif., Crassul. u. d. Gattung *Saxifraga*. Biblioth. bot., Nr. 58, 1902. — Rosendahl C. O., Die nordam. Saxifrag. und ihre verw. Verh. in Bez. z. ihr. geogr. Verbr. Bot. Jahrb., Bd. 37, 1905. — Eichinger A., Beitr. z. Kenntn. u. syst. Stellg. d. G. *Parnassia*. Beih. bot. Zentralbl., 2. Abt., 1908. — Rydberg P. A., Small J. K., Britton N. L., Rusby

Gynöceums, das in der Regel weniger (meist 2) Blätter enthält. Infloreszenzen zymös. Staubgefäße in gleicher Zahl wie die Korollblätter, oder doppelt soviele oder mehr (dann meist leicht auf einen der beiden erstgenannten Fälle zurückführbar). Gynöceum ober- bis unterständig, synkarp. Kapseln oder Beeren. Samen mit Nährgewebe.

Bestäubung durch Insekten, welche durch Nektar angelockt werden. Als Nektarien fungieren Staminodien bei *Parnassia.* Durch Reduktion eingeschlechtige Blüten bei *Astilbe*, *Ribes*-Arten u. a. Sterile, als Schauapparat fungierende Blüten in den Infloreszenzen von *Hydrangea* und verwandten Gattungen. Vegetative Vermehrung durch Brutzwiebeln bei *Saxifraga bulbifera* u. a., durch Adventivsprosse in den Infloreszenzen bei *S. stellaris*, *S. cernua* u. a., durch Stolonen bei *S. flagellaris*, *S. sarmentosa* u. a., durch blattbürtige Sprosse bei *Tolmiea Menziesii.* Wasserspalten an den Blättern bei mehreren Gattungen, besonders *Saxifraga*; bei vielen Arten derselben Kalkabsonderung (Abb. 458). Den Blättern aufsitzende Infloreszenzen bei *Phyllonema.* 2 Integumente; nur eines bei *Hydrangeoideae* und *Escallonioideae.* Nucellus wie bei der vorhergehenden und der folgenden Familie stark reduziert.

Die Familie umfaßt Pflanzen von sehr verschiedenem Baue und Habitus, weshalb schon wiederholt ihre Auflösung in mehrere Familien versucht wurde.

Unterfamilien:

A. ***Saxifragoideae.*** Krautige Pflanzen. Blätter wechselständig. Fruchtknoten meist 2blättrig, 1- bis 2fächerig. — *Astilbe*[85]). Kräftige Stauden mit Nebenblättern. *A. japonica* (Jap.) allgemein verbreitete Zierpflanze. — *Saxifraga*[86]), Steinbrech. Artenreiche Gattung, besonders in den gebirgigen Teilen der nördlich-gemäßigten Gebiete, ferner in den Anden; mehrere Arten arktisch. Als Zierpflanze viel kultiviert: *S. sarmentosa* (China, Japan) mit zygomorphen Blüten. — *Bergenia.* Zierpflanze: *B. crassifolia* (Zentralasien) — *Chrysosplenium*[87]), Milzkraut. *Ch. alternifolium*, zirkumpolar verbreitet. — *Heuchera*, *Mitella* (Nordamerika, letztere auch Ostasien).

B. ***Francooideae.*** Krautige Pflanzen mit grundständigen Blättern. — *Francoa* (Chile).

C. ***Parnassioideae.***[88]). Krautige Pflanzen. Epipetale Staubgefäße staminodial. — *Parnassia* (nördl.-extratrop.), *Lepuropetalon* (südl. N.-Amer., Chile).

D. ***Hydrangeoideae.*** Holzpflanzen mit gegenständigen Blättern. Fruchtknoten meist 3- bis 5fächerig. — *Philadelphus*[89]). Staubgefäße zahlreich. Asien, Nordamerika,

---

H. H. in North Amer. Flora, XXII., 1905. — Zemann M., Stud. z. ein. Monogr. d. Gttg. *Argophyllum.* Ann. naturh. Hofm. Wien, XXII., 1907. — Juel H. O., Stud. üb. d. Entw. v. *Saxifr. granulata.* N. Act. Reg. Soc. Upsal., 4. I., 1907. — Gäumann E., Stud. üb. Entw. einig. Saxifr. Rec. Trav. Bot. Neerl., XVI., 1919.

[85]) Knoll F., Beitr. z. Kenntn. d. *A.*-Art., Bull. herb. Boiss., 2. sér., VII., 1907; Stud. z. Art.-Abgr. in d. Gttg. *A.*, Sitzungsber. Wiener Akad., CXVIII., Abt. 1, 1909.

[86]) Monographische Arbeiten: Engler A., Monogr. d. Gattung *S.* Breslau 1872. — Lindmark G., Bidr. till känned. om de svensk. *S.*-Artern. Sv. Vet. Akad. Handl., XXXIII., afd. III., 1902. — Hayek A. v., Monogr. Studien über d. Gattg. *Saxifraga.* I. Sekt. *Porphyrion.* Denkschr. Wiener Akad., LXXVII., 1900. — Engler A. u. Irmscher E. in Das Pflanzenreich, IV. 117. 1916 u. 1919.

[87]) Franchet A., Monogr. Nouv. Arch. d. Museum Paris, 1890.

[88]) Vgl. Murbeck S., Üb. Organisat. u. verw. Bez. v. *Lepuropet.* Ark. f. Bot., 1917. — Über *Parnassia* vgl. auch Pace L. in Bot. Gaz., LIV., 1912 und Arber A. in Ann. of Bot., XXVII., 1913.

[89]) Vgl. Koehne E. in Gartenfl., 1896, S. 450 u. in Mitt. d. deutsch. dendrol. Ges., 1904, S. 76.

Ph. pallidus auch in Südeuropa. Eine große Artenanzahl wird in Gärten kultiviert (zumeist unter dem vieldeutigen Namen *Ph. coronarius*, Pfeifenstrauch, „Jasmin"). — *Deutzia*[90]). Staubgefäße 10—15, petaloid. Asien, 1 Art in Mexiko. Mehrere Arten als Ziersträucher viel kultiviert, besonders *D. gracilis* und *D. scabra*. — *Hydrangea*. Periphere Blüten (an Kulturformen oft alle) vergrößert, steril. Ostasien, Nordamerika. Mehrere Arten als Zierpflanzen kultiviert, als „Hortensie" bes. *H. opuloides* mit zahlreichen Formen.

E. **Escallonioideae.** Holzpflanzen mit meist wechselständigen Blättern. Fruchtknoten 2- bis mehrblättrig. — *Escallonia* (Südamerika).

F. **Ribesioideae.** Holzpflanzen mit wechselständigen Blättern. Infloreszenz traubenähnlich. Fruchtknoten 2blättrig, 1fächerig. Nur Beeren. — *Ribes*[91]). *R. rubrum* (Westeuropa) und *R. spicatum* (Nordosteuropa) als Johannisbeere viel kultiviert, mit genießbaren Früchten, ebenso *R. Grossularia* (Europa), die Stachelbeere, mit einfachen oder geteilten Stacheln an der Basis der Blätter. Viele Arten Ziersträucher, so besonders: *R. aureum* (Nordamerika), *R. sanguineum* (westl. Nordamerika), *R. Gordonianum*, eine Hybride zwischen den beiden Genannten u. a. Viele Hybriden.

G. **Pterostemonoideae.** — *Pterostemon* (Mexiko).

H. **Baueroideae.** — *Bauera* (Ostaustral.).

Zu den Saxifragaceen gehört nach Gilg und Schlechter als Vertreter einer eigenen Unterfamilie (*Strasburgerioideae*) die Gattung *Strasburgeria* (1 Art in Neu-Kaledonien), auf welche Van Tieghem[92]) die Familie der *Strasburgeriaceae* begründet hat.

Den *Saxifragaceae* dürfte sich ferner die Gattung *Byblis* (Australien) anschließen lassen, welche lange Zeit zu den *Droseraceae*, dann zu den *Pittosporaceae*[93]) und zu den *Lentibulariaceae*[94]) gestellt wurde. Von den *Pittosporaceae* weicht sie durch den Mangel der Harzgänge, von den letztgenannten durch den ganz anderen Blütenbau ab. Die Nahrungsaufnahme aus an den Drüsenhaaren gefangenen Tieren ist noch nicht erwiesen. — In bezug auf die vielfach zu den Saxifragaceen gestellte Gattung *Adoxa* vgl. die Caprifoliaceen.

3. Familie: **Cunoniaceae**[95]). Den Saxifragazeen nahestehend, aber vor allem durch den Besitz von deutlichen Nebenblättern von ihnen verschieden. Blüten häufig apetal. Holzpflanzen.

Weinmannia. Zahlreiche Arten auf der südlichen Hemisphäre, besonders in Südamerika.

Den *Cunoniaceae* ähnelt die (4.) Familie der **Brunelliaceae.** — *Brunellia* (Süd- und Zentralamerika). — Nach Hallier mit den *Cunoniaceae* zu vereinigen.

---

[90]) Vgl. Schneider C. K. in Mitt. d. deutsch. dendrol. Ges., 1904.

[91]) Neuere Literatur: Hedlund D., Om *Ribes rubr.* Botan. Notis., 1901. — Janczewski E., Essai d'une dispos. nat. d. esp. dans l. g. *Ribes*, Anzeiger der Akad. Krakau, 1903; Spec. gen. *Ribes*, I—III, Bull. Acad. Cracovie, 1905—1906; Monogr. d. Groseilliers, Mem. Soc. phys. et d'hist. nat. Genève, XXXV., 1907; Supplém. à la Monogr. d. Gros., Bull. d. l'Acad. Cracovie, 1909, 1910.

[92]) Tieghem Ph. v., Sur l. g. *Str.* cons. comme type d'une fam. nouv. Journ. d. Bot., XVII., 1903.

[93]) Vgl. die Literaturzitate in Diels L., *Droseraceae*, Pflanzenreich, 25. Heft, 1906.

[94]) Lang F. X., Unters. über Morph. usw. von *Polypompholyx* u. *Byblis*. Flora, 88. Bd., 1901.

[95]) Engler A. in E. P., III. 2a, S. 94, 1890; Nachtr. IV, S. 111. — Pampanini R., Le Cun. d. erbari d. Firenze etc. Ann. di Bot., II., 1905.

5. Familie: **Pittosporaceae**[96]). (Abb. 459.) Holzpflanzen, oft windend, ohne Nebenblätter. Von den Saxifragazeen insbesondere durch rindenständige, schizogene Harzgänge verschieden. Korolle manchmal etwas sympetal. Samenanlagen oft parietal mit 1 Integument.

Hauptverbreitung Australien; die Gattung *Pittosporum* in den Tropen der Alten Welt. *P. Tobira* (Japan, China) in wärmeren Gebieten (z. B. im europäischen Mediterrangebiete) sehr häufig als Zierstrauch gezogen.

Fraglich ist die systematische Stellung der den vorigen Familien oft angereihten **Bruniaceae**[97]) (Südafrika).

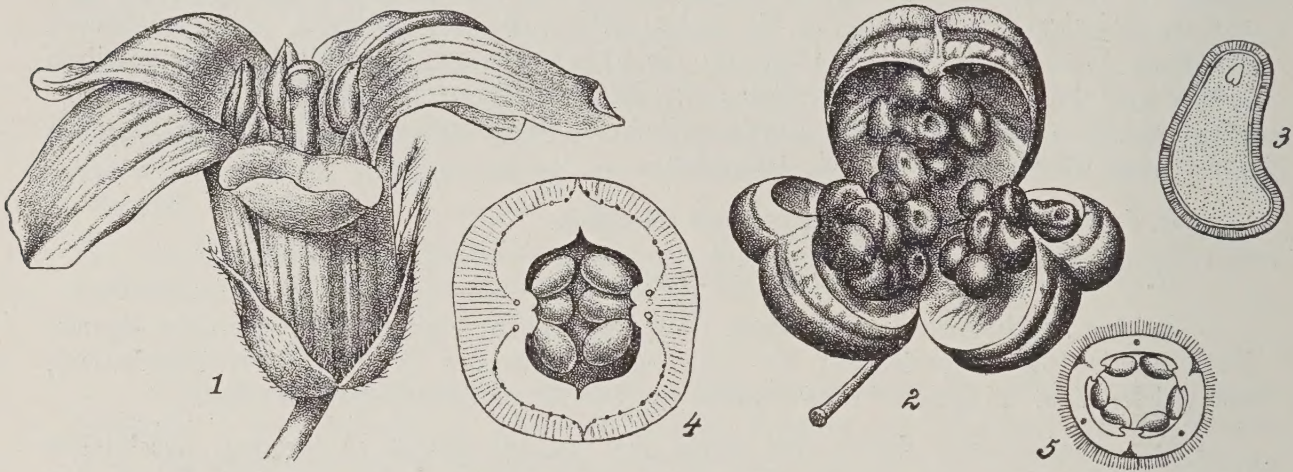


Abb. 459. *Pittosporaceae*. — Fig. 1. Blüte v. *Pittosporum undulatum*. — Fig. 2. Reife Frucht von *P. crassifolium*. — Fig. 3. Samen davon im Längsschn. — Fig. 4. Querschn. d. d. Frucht v. *P. phillyreoides*. — Fig. 5. Querschn. d. d. Fruchtkn. von *P. Tobira*. — Alle Fig. etw. vergr. — Original.

6. Familie: **Podostemonaceae**[98]). (Abb. 460 u. 461.) Krautige Pflanzen mit weitgehender Anpassung an das Leben im fließenden Wasser und dementsprechender Ausbildung der vegetativen Organe. Wurzeln zumeist

---

[96]) Pax F. in E. P., III. 2a, S. 106, 1891. — Bremer G., Reliqu. Treubianae. Ann. Jard. Buitenz., 2. sér., XIV., 1916.

[97]) Niedenzu F. in E. P., III. 2a, S. 131, 1890; Nachtr. III, S. 142. — Kirchner R., Beitr. z. Kenntn. d. B. Breslau 1904. — Colozza A., Le Brun. degli erb. Fiorentini. Ann. d. Bot., II., 1905. — Saxton W. T., The ovule of the *Br.* Transact. Roy. Soc. S.-Afr., II., 1910.

[98]) Warming E. in E. P., III. 2a, S. 1, 1890; Nachtr. III, S. 135; Nachtr. IV, S. 107. — Ders., Familien *Podostemaceae*. Afh. I—VI. Mem. de l'Acad. Dan., 6. Ser., Tom. II (1881 u. 1882), Tom. IV (1888), Tom. VII (1891), Tom. IX (1899), Tom. XI (1901). — Engler A., Podost. afric. Bot. Jahrb., Bd. 20 (1895) u. Bd. 38 (1905). — Baroni E., A propos. d. u. pretesa *Podost.* dei dintorni di Vallombrosa. Bull. Soc. bot. Ital., 1900. — Willis J. C., On the dorsiventr. of the *Podost.* etc., Ann. of Bot., XVI., 1902; Stud. in the morphol. and ecolog. of the *Podost.* Ann. R. Bot. Gard. Peradeniya, I., 1902; A Revision of the *Podost.* of India and Ceylon, l. c., I., 1902. — Mildbräd J., Beitr. z. Kenntn. d. *Podost.* Diss. Berlin, 1904. — Goebel K., Pflanzenbiol. Schild., II. Bd., 2. T., 1893. — Matthiesen Fr., Beitr. z. Kenntn. d. P. Bibl. bot., Heft 68, 1908. — Went F. A. F. C., The developm. of the ovule etc. in the P., Rec. d. trav. bot. Neerl., V., 1908; Unters. üb. Podost., Verh. d. Akad. Amsterdam, XVI., 1910 u. XVII., 1912. — Magnus W., die atyp. Embryosackentw. d. Podost. Flora, 105. Bd., 1913. — Willis J. C., The origin of *Tristich.* a. *Podost.* Ann. of Bot., XXIX., 1915.

Abb. 460. *Podostemonaceae.* — Fig. 1—4. *Oenone flexuosa*; Fig. 1 Stück der ganzen Pfl.; Fig. 2 Blüte, *p* Perianth; Fig. 3 Frucht; Fig. 4 Diagramm der Bl. — Fig. 5. *Podostemon olivaceus.* — Fig. 6. Sproß mit Bl. desselben. — Fig. 7. *Podostemon subulatus.* — Fig. 8. *Oserya flagelliformis.* — Fig. 9. *Lophogyne arculifera.* — Fig. 10. *Tristicha hypnoides.* — Fig. 11. Fr. v. *Castelnavia serpens.* — Fig. 1, 5, 7—9 nat. Gr., alle and. vergr. — Nach Tulasne.

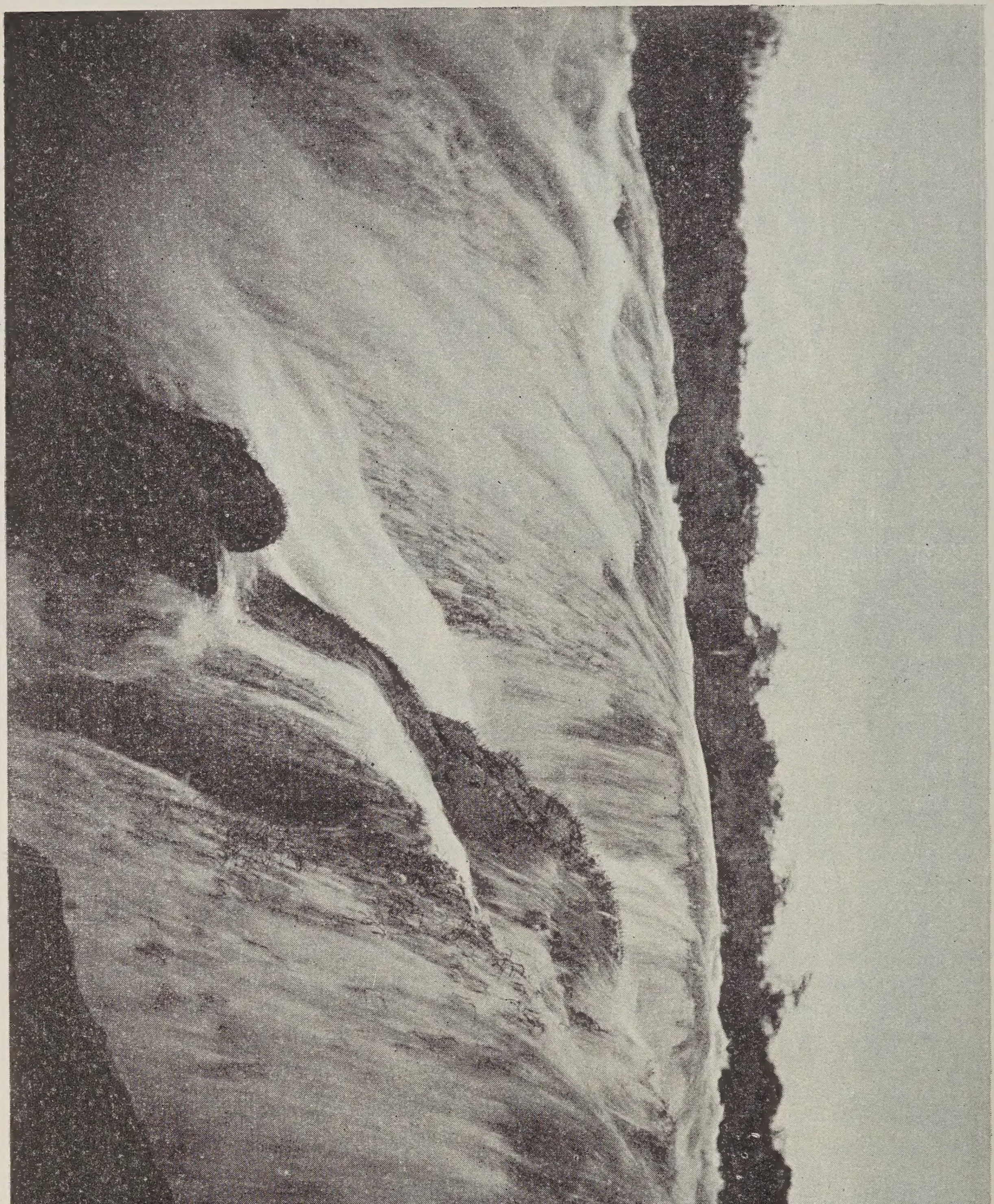


Abb. 461. *Podostemonaceae.* – *Apinagia Warmingiana* an Felsen im Salto Grande d. Paranapanema. Südbrasilien. – Original.

thallusähnlich verbreitert, assimilierend, dem Substrate angepreßt und als Haftorgane fungierend oder flutend. Sproße wurzelbürtig, sehr kurz oder verlängert, meist dorsiventral. Blätter oft sehr rückgebildet, zumeist ± in Zipfel geteilt. Blüten einzeln endständig oder in zymösen Infloreszenzen, klein, aktinomorph oder zygomorph, mit (durch Abort?) einfacher, 3- bis vielblättriger, nicht selten verwachsenblättriger Blütenhülle oder ganz perianthlos und dann anfangs oft von einer zarthäutigen Bildung („Spathella", *h* in Abb. 460, Fig. 1) umgeben. Staubgefäße 1 bis viele. Fruchtknoten oberständig, 1- bis 3fächerig. Kapselfrüchte.

Die Familie gehört infolge ihrer weitgehenden Anpassung an das Wasserleben zu den interessantesten Gruppen der Dikotyledonen. Die mit dieser Anpassung zusammenhängende Modifikation aller Teile bereitet der Bestimmung der systematischen Stellung Schwierigkeiten, doch scheint die Auffassung der Familie als einer von den *Saxifragaceae* abgeleiteten berechtigt. Viele *Podostemonaceae* sind von geringer Größe und erinnern im Habitus geradezu an Algen oder Moose. In anatomischer Hinsicht ist besonders das Fehlen von Spaltöffnungen und das Vorkommen von Kieselkörpern (insbesondere in den peripheren Geweben) erwähnenswert. Das Aufblühen erfolgt, ebenso wie das Aufspringen der Früchte, wenigstens in der Regel, bei niederem Wasserstande und relativem Trockenliegen der Pflanzen. Besuch der Blüten durch Insekten kommt sicher vor, daneben wohl auch Autogamie und Kleistogamie. Die entwickelten Samenanlagen besitzen nur 1 deutliches Integument, das zweite (innere) Integument wird zu einer epithelähnlichen Hülle. Antipoden fehlen. Pseudoembryosackbildung aus Nucelluszellen (vgl. S. 505, Abb. 348); der Embryoträger bildet eine haustoriale Erweiterung.

Verbreitet in den Tropen, besonders artenreich in Amerika und Asien, fließende Gewässer, besonders Wasserfälle und Stromschnellen bewohnend und Steinen angeheftet. Extratropisch nur in Nordamerika (*Podostemon Ceratophyllum*, verhältnismäßig wenig abgeleitet) und Südafrika. Artenreichere Gattungen: *Lawia* (Ostindien) *Apinagia* (Amerika), *Dicraea* (Afrika, Asien), *Podostemon* (Amerika, Asien), *Castelnavia* (Südamerika).

7. Familie: **Hydrostachyaceae**[99]). (Abb. 462.) Der vorigen Familie nahestehend, von ihr verschieden durch eingeschlechtige, vollständig perianthlose Blüten, welche in Ähren stehen. Fruchtknoten einfächerig mit marginalen, wandständigen Plazenten. — Untergetauchte Wasserpflanzen von oft geradezu *Lycopodium*-ähnlichem Aussehen. Die Blätter sind dicht mit schuppenförmigen oder zerschlitzten „Emergenzen" besetzt, beziehungsweise in solche Zipfel geteilt.

Embryosack vom Normaltypus.

Hydrostachys auf Madagaskar und im südlichen Teile des afrikanischen Festlandes.

8. Familie: **Rosaceae**[100]). (Abb. 463 u. 464.) Holzpflanzen oder krautige Pflanzen mit wechselständigen Blättern mit Nebenblättern. Blüten pen-

---

[99]) Warming E. in E. P., III. 2a, S. 22, 1890; Familien *Podost.* Afh. IV. Mem. de l'Acad. Roy. Dan., 6. Ser., VII., 1891. — Engler A., *Hydrostachyd.* afric. Bot. Jahrb., XX., 1895. — Palm B., Konstrukt. u. Entwickl. d. Embryos. Stockholm 1915. — Schloss H., Zur Morph. u. Anat. v. *H.* Sitzber. Akad. Wiss. Wien, CXXII., 1913.

[100]) Focke W. O. in E. P., III. 3, S. 1, 1888; Nachtr. III, S. 143; Nachtr. IV, S. 112. — Burgerstein A., Zur Kenntn. d. Holzstruktur der Pomac. Sitzungsber. d. Wiener Akad., CVII. Bd., 1898. — Bouygues, Note sur l'anat. comp. de la tige etc. des Rubées et des Rosées. Act. Soc. Linn. Bordeaux, 55., 1900. — Ascherson P. u. Graebner P., Synopsis der mitteleur. Flora, VI. Bd., 1900—1905. — Murbeck S., vgl. Zit. auf S. 446. — Péchoutre

tamer (seltener anders) gebaut, aktinomorph, zwitterig oder durch Abort eingeschlechtig. Kelch und Korolle. Staubgefäße in der Regel 2- bis 4mal so viele als Korollblätter, seltener weniger oder noch mehr. Fruchtknoten dem erhöhten oder flächig verbreiterten Blütengrunde aufsitzend oder von diesem mehr oder minder umgeben oder mit demselben verbunden und dadurch halb bis ganz unterständig. Fruchtknotenblätter in sehr wechselnder Zahl, 1 bis viele, apokarp oder synkarp, 1- bis vielsamig. Dem verschiedenen Baue des Gynöceums entspricht auch der sehr verschiedene Fruchtbau; es finden sich Balgkapseln, mehrfächerige Kapseln, Schließfrüchte, Steinfrüchte und beerenartige Scheinfrüchte, Samen meist ohne Endosperm. 2 oder durch Verwachsung der beiden 1 Integument.

Abb. 462. *Hydrostachyaceae.* — Fig. 1—4. *Hydrostachys plumosa*; Fig. 1 Stück der Pfl.; Fig. 2 ♀ Infl.; Fig. 3 ♀ Bl. mit Deckblatt von oben; Fig. 4 dieselbe von der Seite. — Fig. 5. ♀ Infl. von *H. multifida.* — Fig. 6. ♂ Bl. mit Deckblatt von *H. verruculosa.* — Fig. 1 ½ der nat. Gr., Fig. 5 nat Gr., Fig. 2 4 fach, Fig. 3, 4 u. 6 stärker vergr. — Fig. 6 nach Baillon, 1—5 Original.

Die Familie steht einerseits den *Saxifragaceae* (durch die Unterfamilie der *Spiraeoideae*), anderseits den folgenden Familien der Reihe sehr nahe. Das Bedürfnis nach Erhöhung der Übersichtlichkeit hat mehrfach zu einer Teilung der Familie geführt. Doch läßt sich eine solche in Anbetracht zahlreicher verbindender Formen (abgesehen von der Ablösung der *Chrysobalanaceae*) schwer durchführen.

Blätter nicht selten gefiedert oder gefingert. Gummibildung bei *Prunoideae.* Vorherrschend Bestäubung durch Insekten, welche durch Nektarabsonderung im Blütengrunde angelockt werden. Windblütig sind *Sanguisorba-*, *Acaena*-Arten u. a. Parthenogenese in der Gattung *Alchemilla* häufig. Aporogamie bei dieser Gattung, bei *Sibbaldia*, *Dryas*, *Fili-*

F., Contrib. à l'étude du développm. de l'ovule et de la graine d. Ros. Ann. sc. nat., Bot., 8. sér., t. XVI., 1902. — Albanese N., vgl. d. Zit. auf S. 501. — Strasburger E., Die Apogamie der Eualchemillen etc. Jahrb. f. wiss. Bot., 41., 1904. — Small J. K., Order *Rosales* in North Am. Flora, XXII., 1905. — Schneider C. K., Ill. Handb. d. Laubholzk., I. Bd., 1906. — Ewert K., Die Parthenocarpie d. Obstbäume etc., Berlin, 1907. — Prodinger M., Das Periderm d. Rosac. Denkschr. Akad. d. Wiss. Wien, LXXXIV., 1909. — Bitter G., Die Gttg. *Acaena.* Bibl. bot., Heft 74, 1910. — Jacobsson-Stiasny E., Vers. ein. embryol.-phylog. Bearb. d. Ros., Sitzber. Akad. Wiss., Wien, CXXIII., 1914. — Hoar C. J., Sterility as the res. of hybrid. etc. in *Rubus.* Bot. Gaz., LXII., 1916. — Cole R. D., Imperfect of pollen a. mutability of *Rosa.* Bot. Gaz., LXIII., 1917. — Juel H. O., Beitr. z. Blütenanat. u. Syst. d. Ros. K. svensk. Vet. Ak. Handl., LVIII., 1918.

pendula, *Geum* u. a. Obturatoren an den Samenanlagen ziemlich verbreitet. Anlage mehrerer Embryosäcke häufig. Parthenokarpie scheint bei den Formen mit fleischigen Früchten verbreitet zu sein. Von besonderen Verbreitungsmitteln der Früchte seien erwähnt: persistierende und behaarte Griffel bei *Dryas*, *Geum*-Arten, *Fallugia* (Mexiko) u. a., Klettfrüchte bei *Geum*-Arten (Griffel), *Agrimonia*, *Acaena* (Blütengrund) etc. Artenreiche, weit verbreitete Familie. — 2 Integumente; eines (durch Verwachsung der beiden) bei den meisten *Spiraeoideae* und *Rosoideae*.

Unterfamilien:

A. **Spiraeoideae.** Fruchtknotenblätter 5 (seltener mehr oder weniger) auf flachem oder nahezu flachem Blütengrunde, mit 2 bis vielen Samenanlagen. Kapselfrüchte. (Abb. 463, Fig. 8).

Spiraea[101]), Spierstrauch. Zahlreiche Arten in der nördlichen gemäßigten Zone. In Gärten häufig kultiviert: *S. prunifolia* (China), *S. hypericifolia* (Asien, Südrußland), *S. japonica* (Japan, China), *S. salicifolia* (Asien, Nordwestamerika, Südosteuropa), *S. tomentosa* (Nordamerika) u. a. Viele Bastarde. — *Aruncus silvester* verbreitet. — *Quillaja Saponaria* (Südamerika) liefert die saponinreiche „Quillajarinde" („Cortex Quillaiae"). — *Sorbaria sorbifolia* häufig als Zierstrauch kultiviert.

B) **Rosoideae.** Fruchtknotenblätter 1 bis viele auf erhöhtem, flachem oder ausgehöhltem Blütengrunde, mit je 1—2 Samenanlagen. Einsamige, sich nicht öffnende Früchte. (Abb. 463, Fig. 4—7.)

a) Der die Fruchtknotenblätter tragende Blütengrund ± flach; Schließfrüchte saftlos; Blätter fiederig. — *Filipendula* (Eur., As., N. Am.).

b) Der die Fruchtknotenblätter tragende Blütengrund ± flach; Schließfrüchte saftlos; Blätter einfach. *Rhodotypus tetrapetala* (weiße Blüten) und *Kerria japonica* (gelbe, meist gefüllte Blüten), beide aus Japan und sehr häufig kultiviert.

c) Fruchtknoten auf ± erhöhtem Blütengrunde; Steinfrüchte: *Rubus*[102]). Ungemein formenreiche, weitverbreitete Gattung. Genießbare Früchte von *R. idaeus*, Himbeere (weit verbreitet, auch kultiviert), *R. Chamaemorus*, Moltebeere (zirkumpolar-subarktisch), *R. arcticus* Aakerbeere (Verbreitung wie vorige), und von den meisten wildwachsenden Arten mit schwarzen Früchten („Brombeeren"). Viele Hybriden. Als Zierpflanzen werden besonders gezogen: *R. odoratus* (Nordamerika, Blüten meist rot), *R. parviflorus* (Nordamer., Blüten weiß), in tropischen und subtropischen Gebieten häufig, *R. rosaefolius* (Ostasien) mit weißen gefüllten Blüten. *Rubus squarrosus* (Neuseeland), interessanter Hakenkletterer mit stark bestachelten, bis auf die Hauptrippen reduzierten Blättern.

d) Fruchtknoten auf erhöhtem Blütengrunde; trockene Schließfrüchte, aber oft der Blütenboden fleischig werdend: *Fragaria*[103]), Erdbeere. *F. vesca*, *F. collina* und *F. elatior* (diese eingeschlechtig) in Europa, *F. virginiana* in Nordamerika, *F. chiloensis* in Südamerika. Unter dem Namen „Ananas-Erdbeeren" werden Kulturformen gezogen, die hauptsächlich aus Hybriden der beiden letztgenannten z. T. auch aus Hybriden dieser mit *F. elatior* entstanden sind. — *Potentilla*[104]), artenreich.

---

[101]) Vgl. Schneider C. K., Handb. d. Laubholzk., I., S. 449, 1906; in Bull. herb. Boiss., 2. sér., V., 1905.

[102]) Vgl.: Focke W. O. in Ascherson P. und Graebner P., a. a. O., 1902; Focke W. O., Spec. *Rub.* Monogr. Bibl. bot., 1910. — Krause E. H. L., Nova synopsis Ruborum Germ. et Virg. 1899. — Ragers W. M., Handbook of Brit. Rubi. 1900. — Areschoug F. W. G., Some observ. on the gen. *Rubus*. Lunds Univ. Årsskr., XXI. — Sampaio G., *Rubus* portuguezes. Ann. sc. nat. Porto, IX., 1904. — Lidforss B., Stud. öfver artbild. in *Rubus*. I. u. II. Ark. f. Bot., 1905 u. 1907. — Sudre H., *Rubi* Eur. I. Toulouse 1909.

[103]) Vgl. Solms-Laubach H. Grf., Über uns. Erdbeeren u. ihre Gesch., Bot. Zeitg., 1907, Heft 3 u. 4.

[104]) Vgl.: Poeverlein H. u. Wolf Th. in Ascherson P. u. Graebner P., a. a. O. S. 665, 1904. — Wolf Th., Potentillen-Studien I. u. II., Dresden 1901 u. 1903; Monographie

e) Blütengrund flach oder erhöht, nicht fleischig werdend. Schließfrüchte mit bleibendem Griffel: *Dryas*, *Geum*.

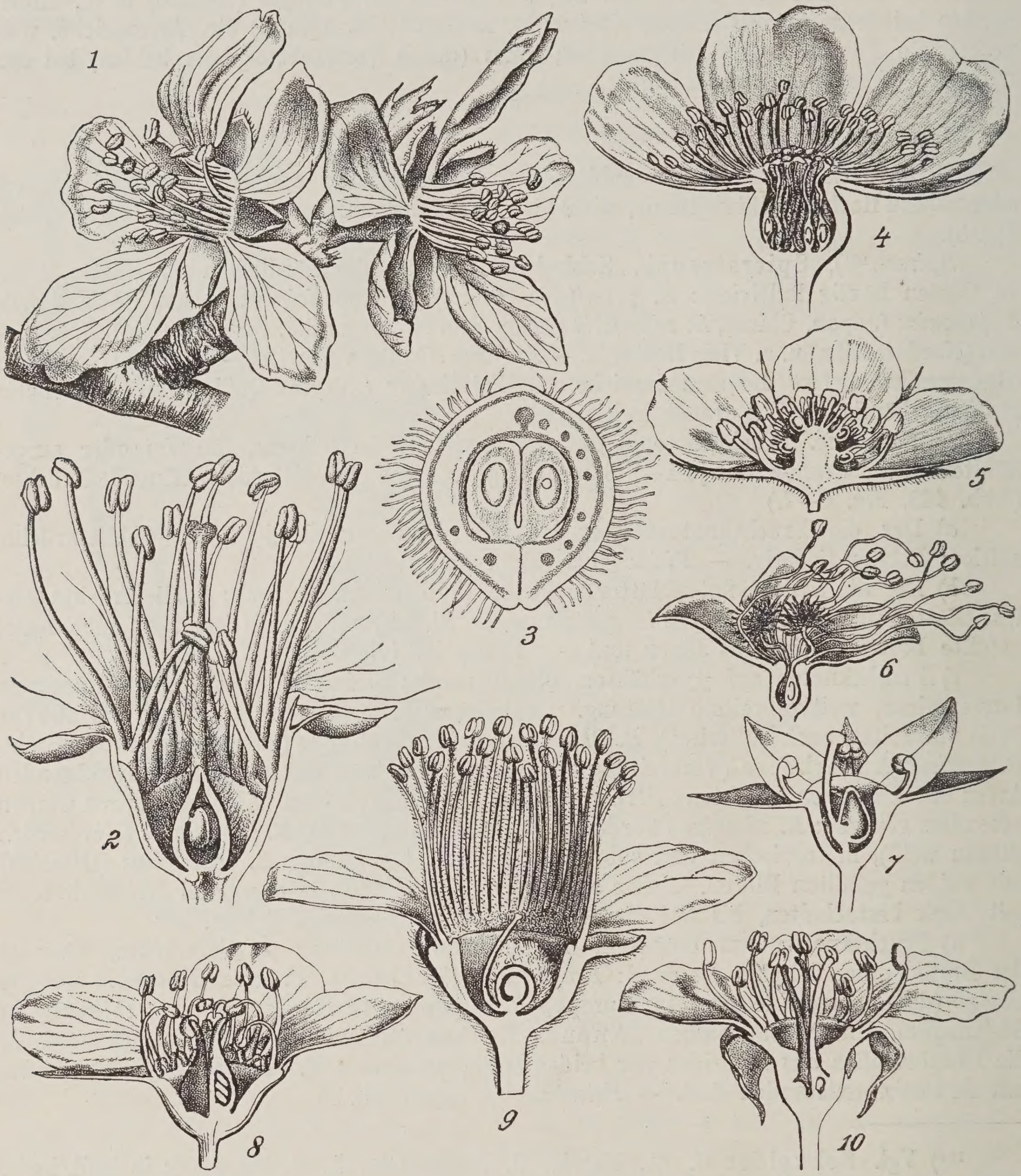


Abb. 463. *Rosaceae* (Fig. 1—8, 10) u. *Chrysobalanaceae* (Fig. 9). — Fig. 1. Blüten v. *Prunus communis*. — Fig. 2. Innerer Teil einer solchen im Längsschn. — Fig. 3. Querschnitt des Fruchtkn. ders. — Fig. 4. Bl. v. *Rosa spinosissima*. — Fig. 5. Bl. v. *Fragaria vesca*. — Fig. 6. Bl. v. *Sanguisorba minor*. — Fig. 7. Bl. v. *Alchemilla vulgaris*. — Fig. 8. Bl. v. *Spiraea cantoniensis*. — Fig. 9. Bl. v. *Chrysobalanus Icaco*. — Fig. 10. Bl. v. *Pirus communis*. — Fig. 4—10 längs durchschn. — Alle Fig. vergr. — Fig. 4—10 nach Baillon, 1—3 Original.

---

der Gattung *Pot.* Bibl. bot., Heft 71, 1908. — Domin K., Beitr. z. K. d. böhm. *P.*-Arten. Sitzber. böhm. Ges. d. Wiss., 1903. — Hayek A. v., Die Pot. Steierm. Mitt. naturw. Ver. Steierm., XLI., 1904. — Poeverlein H., Beitr. z. K. d. bayr. *P.* Mitt. bayr. bot. Ges., 1905 u. 1906.

f) Blütengrund krugförmig, bei der Fruchtreife nicht fleischig. Krautige Pflanzen: *Alchemilla*[105]), artenreich in Europa, in den Hochgebirgen Afrikas und Amerikas. — *Sanguisorba, Poterium.*

g) Blütengrund krugförmig, die Fruchtknoten einschließend, bei der Fruchtreife nicht fleischig. Holzpflanzen: *Hagenia abyssinica* (Nordostafrika), baumförmig, liefert die medizinisch verwendeten „Flores Coso" (♀ Bl.).

h) Blütengrund krugförmig, die Fruchtknoten einschließend, bei der Fruchtreife fleischig werdend: *Rosa*[106]), Rose. Artenreiche Gattung, besonders in den nördlich-extratropischen Gebieten weit verbreitet. Viele Hybriden. Viele Arten als Zierpflanzen in Kultur; durch Hybridisation und Verwertung von Mutationen wurde eine sehr große Anzahl von Kulturformen erzielt, deren Herkunft vielfach unbekannt ist. Besonders häufig kultiviert: *R. multiflora* (Ostasien), *R. sempervirens* (Mediterrangeb.), *R. Banksiae* (Ostasien), durchwegs Kletterrosen, dann *R. gallica* (Europa, Westasien), *R. centifolia* (wahrscheinlich Kultur-

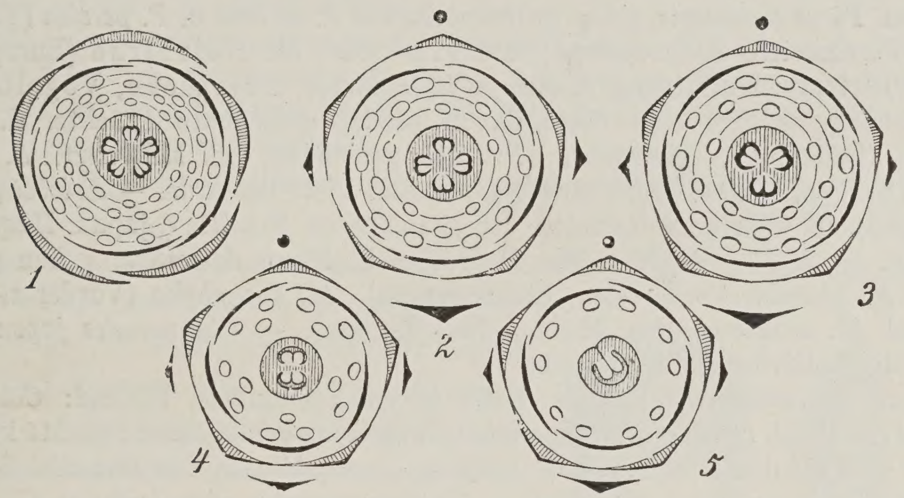


Abb. 464. *Rosaceae.* — Diagramme der Blüten von *Pomoideae.* — Fig. 1. *Mespilus germanica.* — Fig. 2. *Pirus communis.* — Fig. 3. *Sorbus domestica.* — Fig. 4. *Rhaphiolepis* sp. — Fig. 5. *Crataegus coccinea.* — Nach Eichler (Fig. 5 modif.).

abkömmling der vorigen), *R. damascena* (wahrscheinlich Bastard der vorigen, Verwendung zur Erzeugung von Rosenöl), *R. rugosa* (Ostasien), *R. moschata* (Asien, Nordostafrika), *R. foetida* (= *R. lutea*) (Vorderasien, mit gelben Blüten), *R. chinensis* (Ostasien); zu dem Formenkreise der letzteren gehören *R. fragrans*, die Teerose, *R. semperflorens*, die Monatsrose, *R. minima*, die Lawrancerose u. a. m. Die meisten neuzeitlichen Kulturrosen,

---

[105]) Vgl.: Ascherson P. u. Graebner P., a. a. O., S. 385 u. d. dort zit. Arbeiten Busers. — Keller R., Synops. d. schweiz. *Alch.* Mitt. naturw. Ges. Winterthur, 1907/8. — Paulin A., Übers. d. i. Krain nachg. *Alch.* Laibach, 1907. — Lindberg H., Die nord. *Alch.-vulg.*-Formen etc. Acta Soc. Sc. Fenn., XXXVII., 1909.

[106]) Vgl.: Crépin F., Nouvelle classif. d. Roses. Journ. of the Roy. Hort. Soc., 1889. — Keller R. in Ascherson P. u. Graebner P., a. a. O., S. 32, 1900. — Dingler H., Vers. ein. Erklärung gew. Ersch. in d. Ausb. u. Verbr. d. Rosen. Mitt. naturw. Ver. Aschaffenb., VI., 1907. — Wolley-Dod A. H., The subsect. *Eucaninae* etc. Journ. of Bot., XLVI., 1908 u. XLVII., 1909; The brit. Ros., l. c., XLVIII., 1910. — Aigret C., Les roses belges. Bull. soc. roy. Belg., XLV., 1908. — Schwertschlager J., Die Ros. d. Frankenjura. München 1910. — Cochet et Mottet S., Les Rosiers. Hist. classif., nomencl. etc., Paris 1912. — Willmott E. a. Parsons A., The genus *Rosa.* Illustr. and descr. London 1912. — Almquist S., Ros. Mus. reg. Suec. Ark. f. Bot., XVI., 1920. — Blackburn K. B. a Harrison J. W. H., The Stat. of Brit. Rose forms determ. by th. cytol. Behav. Ann. of Bot., XXXV., 1921. — Täckholm G., Zytol. Stud. üb. d. Gttg. *Rosa.* Acta hort. Berg., Bd. 7, 1922.

speziell die Teehybridrosen und die Remontantrosen sind auf Kreuzungen der *R. chinensis* (bzw. *R. fragrans*) mit *R. gallica* (bzw. *R. damascena*) zurückzuführen. Die „Noisette-Rosen" sollen der Kreuzung *R. moschata* × *chinensis*, die „Crimson-Rambler" der Kreuzung *R. multiflora* × *rugosa* entstammen.

C. Neuradoideae[107]. — *Neurada* (Afrika, Or.).

D. Pomoideae. Fruchtknotenblätter 2—5, selten 1, mit je 1 bis vielen Samenanlagen, vom ausgehöhlten Blütengrunde umschlossen und mit diesem, sowie untereinander verbunden. Fleischige Scheinfrüchte (Abb. 463, Fig. 10, Abb. 464.) — In den Samen der *Pomoideae* und *Prunoideae* (doch auch in Blättern und Rinde) ist das Blausäure liefernde Glykosid Amygdalin verbreitet.

a) Fruchtknotenblätter bei der Reife nicht einzelne steinige Kerne bildend: *Cydonia*, Quitte, *C. oblonga* (= *C. vulgaris*) (Vorderasien), häufig kultiviert. Früchte frisch ungenießbar, bald apfel-, bald birnförmig. Liefert die medizinisch verwendeten „Semina Cydoniae". — *Pirus*[108]), Birne. In zahlreichen Formen der Früchte halber kultiviert; die Kulturbirnen, *Pirus communis*, gehen größtenteils auf *P. cordata* u. *P. persica* (Vorderasien), *P. nivalis* (Vorderasien, Südosteuropa) und *P. piraster*, die Holzbirne (Europa) zurück. — *Sorbus*[109]) artenreiche Gattung. *S. aucuparia* (Europa), Eberesche, Vogelbeerbaum, Früchte nicht genießbar; eine Form davon besitzt genießbare Früchte. *S. domestica*, Speierling (Südeuropa, Kleinasien), Früchte genießbar; oft kultiviert. *S. torminalis*, Elsbeere (Europa, Kleinasien), Früchte genießbar. Viele Bastarde. — *Eriobotrya japonica* (China, Japan), in wärmeren Gebieten der genießbaren Früchte („japan. Mispel") halber viel gezogen. — *Malus*, Apfel. Die Kulturäpfel, *Malus domestica*, gehen größtenteils zurück auf *M. pumila* (Vorderasien, Südosteuropa), *M. dasyphylla* (Vorderasien, Südosteuropa) und *M. silvestris*, den Holzapfel (Europa). — *Chaenomeles japonica* (China, Japan), häufig kultivierter Zierstrauch.

b) Fruchtknotenblätter bei der Reife je einen Steinkern bildend: *Cotoneaster*. — *Mespilus*, Mispel. *M. germanica* (Vorderasien), wegen der genießbaren Früchte kultiviert. — *Crataegus*[110]), Weißdorn, artenreiche Gattung, besonders in Nordamerika formenreich. Viele Arten als Ziersträucher gepflanzt. — *Crataegomespilus mespiloides* u. *C. crataegoides* Pfropfbastarde zwischen *Mespilus* und *Crataegus*[111]).

E. Prunoideae. Fruchtknotenblatt 1, seltener 2—5, ± im ausgehöhlten Blütengrunde stehend, aber mit diesem nicht verbunden, mit 1—2 Samenanlagen. Steinfrüchte. (Abb. 463, Fig. 1—3.)

Prunus[112]). — *A*. Steinfrüchte reif nicht fleischig: *P. communis*, Mandel[113]) (Kleinasien); in wärmeren Gebieten, besonders im Mittelmeergebiete und Orient wegen der genießbaren Samen und des aus demselben gewonnenen Öles viel kultiviert, mit mehreren Kultur-

---

[107]) Vgl. Murbeck S., Üb. d. Organ., Biologie etc. d. *Neurad.* Lunds Univ. Årssk. N. F. Avd. 2, Bd. 12, Nr. 6, 1916.

[108]) Vgl. Schneider C. K., Ill. Handb. d. Laubholzk., I., S. 655, 1906.

[109]) Vgl.: Hedlund F., Monogr. d. Gattg. *Sorbus.* K. Sv. Vetensk. Akad. Handl., XXXV., 1901. — Schneider C. K., a. a. O., S. 667 u. d. dort zit. Lit.

[110]) Vgl. Schneider C. K., a. a. O., S. 767 u. d. dort zit. nordam. Literatur. — Sargent C. S., *Crat.* du Pensylv. Proc. Ac. nat. Sc. Philadelphia, 1910.

[111]) Über Pfropfbastarde überhaupt vgl.: Winkler H., Üb. Pfropfbastarde und pflanzl. Chimaeren, Ber. d. deutsch. bot. Ges., XXV., 1907; a. a. O., XXVIII., 1910. — Strasburger E., Meine Stellungn. zur Frage d. Pf. A. a. O., XXVII., 1909. — Richter O., Pfropfungen etc. Lotos, 1910. — Himmelbaur W., Der gegenw. Stand d. Pfropfhybridenfrage. Mitt. naturw. Ver. Univ. Wien, 1910 u. die dort zitierte Literatur. — Meyer J., Die Crataegomesp. v. Bronvaux., Zeitschr. ind. Abst.- u. Vererb.-L., XIII., 1915.

[112]) Koehne E. in Publ. Arnold Arboret., Nr. 4, 1911/12. — Meyer K., Kulturg. u. syst. Beitr. z. Gttg. *P.* Repert. spec. nov., Beih. XXII, 1923.

[113]) Gabriele S., Il mandorlo amaro cons. sotto l'asp. filogen. Ist. R. Lit. Incorraggiam. Napoli, Ser. VI., 14., 1908. — Biasco A., Filog. e sistem. di var. ital. d. mandorlo. Ann. R. Scuola sup. d'Agric. Portici, VIII., 1909.

rassen, so f. *amara*, f. *dulcis*, f. *fragilis* („Krachmandel"). — *B.* Steinfrüchte fleischig: *P. Persica*, Pfirsich (China), mit zahlreichen Kulturrassen. Ebenso *P. Cerasus*, die Sauerkirsche, Weichsel (Kleinasien, Balkan), *P. avium*, die Kirsche, Süßkirsche (Europa, Asien, in Nordamerika verwildert), *P. domestica*, die Hauspflaume oder Zwetschke (Heimat?, vielleicht Abkömmling der folgenden), *P. insititia*, die Kriechenpflaume oder Haferschlehe (Vorderasien und (?) Südosteuropa; hauptsächlichste Kulturformen davon: f. *italica* mit kugeligen grünen Früchten, „Reineclaude", f. *nigra* mit schwarzblauen Früchten, f. *syriaca*, die „Mirabelle", mit gelben Früchten), *P. armeniaca*, Aprikose (Asien); *P. Mahaleb*, die Steinweichsel (West- und Südeuropa bis Asien), wird der nach Cumarin duftenden Rinde halber zu Drechslerarbeiten verwendet und kultiviert. Die Blätter von *P. Laurocerasus*, Kirschlorbeer (Balkanhalbinsel, Vorderasien), liefern das „Kirschlorbeerwasser" „Aqua Laurocerasi" (Laurocerasin), die Früchte von *P. Marasca* den „Maraschino". — Zierpflanzen sind insbesondere gefülltblütige Formen von *P. Cerasus*, *P. triloba* u. a., ferner die japanischen „Bergkirschen"[114]).

Auf Grund genauer Untersuchungen der Gynözeen hat Juel (1918) eine neue Einteilung der Rosaceen angebahnt, welche insbesondere auf der Zahl und Stellung der Karpiden und auf der Stellung der Samenanlagen beruht. Die Veränderungen betreffen insbesondere die Gruppen der *Spiraeoideae* und *Rosoideae*.

Den Rosaceen steht die kleine (9.) Familie der **Crossosomataceae** nahe (Nord-Mexiko, Kalifornien).

10. Familie: **Chrysobalanaceae**[115]). (Abb. 463, Fig. 9.) Von den Rosazeen, speziell den *Prunoideae*, denen sie am nächsten stehen, verschieden durch zygomorphe Blüten mit ± verwachsenen Filamenten (Annäherung an die *Papilionaceae*) und durch anatomische Eigentümlichkeiten (verkieselte Membranen, Kieselablagerungen, wie solche auch bei einzelnen *Caesalpinioideae* vorkommen, 2 Nebenzellen der Spaltöffnungen usw.).

Immergrüne Holzpflanzen der Tropen, besonders Südamerikas. — *Licania*, *Hirtella*. — Genießbare Früchte („Kokos"- oder „Icacopflaumen") von *Chrysobalanus Icaco* (tropisches Amerika, Westafrika).

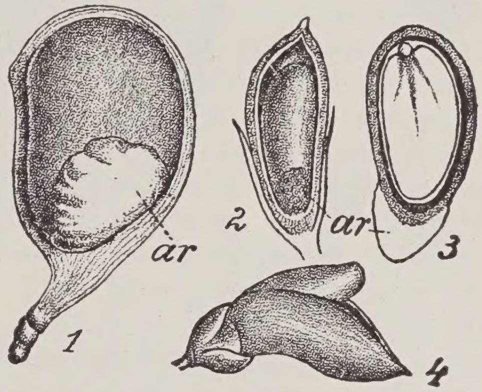


Abb. 465. *Connaraceae*. — Fig. 1. Kapsel von *Connarus ferrugineus*, geöffnet; *ar* Arillus. — Fig. 2 u. 3. *Rourea induta*; Fig. 2 Kapsel, geöffnet, Fig. 3. Samen, längs durchschn.; *ar* Arillus. — Fig. 4. Reife Frucht von *Rourea santaloides*. — Fig. 4 nat. Gr., 1 verkl., 2 etwas, 3 stärker vergr. — Nach Gilg.

11. Familie: **Connaraceae**[116]). (Abb. 465.) Die Mitte haltend zwischen den vorhergehenden und den folgenden Familien. Holzpflanzen, oft Lianen, mit meist unpaarig gefiederten Blättern, ohne Nebenblätter. Blüten aktinomorph, pentamer, mit 10 Staub-

[114]) Vgl. Miyoshi H., Jap. Bergkirschen etc., Journ. Coll. of Sc. Tokyo, XXXIV., 1916. — Wilson E. H., The Cherries of Jap. Publ. of Arnold Arbor., Nr. 7, 1916. — Schneider C. in Öst. bot. Zeitschr., LXVI., 1916.

[115]) Küster E., Die anatom. Charaktere der Chrysobalaneen etc. Bot. Zentralbl., LXIX., 1897. — Fritsch K. in Verh. zool.-bot. Ges. Wien, XXXVIII. Bd., Sitzb., S. 93, 1888; Beitr. z. Kenntn. d. Ch., I. u. II., Ann. d. naturh. Hofmus. Wien, Bd. IV u. V, 1889 u. 1890. — Mattei G. E. u. Rippa G., I nettarii estranuziali di alc. Crisob. Bull. ort. bot. Nap., I., 1902.

[116]) Gilg E. in E. P., III. 3, S. 61, 1890; Nachtr. IV, S. 117; Bot. Jahrb. f. Syst. etc., XXIII., S. 208, 1897, — Schellenberg G., Beitr. z. vergl. Anat. u. Syst. d. Conn. Diss. Zürich, Wiesbaden 1910.

gefäßen; Fruchtknoten meist 5, frei, in der Regel aber nur einer davon sich zu einer auf der Bauch-, seltener auf der Rückseite aufspringenden Kapsel entwickelnd. Samen mit Arillus oder fleischiger Außenschale.

Verbreitet in den Tropen. — *Connarus*, *Cnestis*.

12. Familie: **Mimosaceae**[117]). (Abb. 466 u. Abb. 467, Fig. 6.) Holzpflanzen oder Kräuter, häufig dornig. Blätter meist zusammengesetzt, mit Nebenblättern. Blüten aktinomorph, relativ klein, in dichten,

Abb. 466. *Mimosaceae.* — Fig. 1. *Acacia sphaerocephala.* Blatt mit Stipulardornen *st*, extrafloralen Nektarien *n* und Beltschen Körperchen *b*. — Fig. 2. Ein Blattfiederchen davon. — Fig. 3. Stipulardornen einer myrmekophilen afrikanischen *Acacia*. — Fig. 4. Medianer Teil eines Blattes von *Inga edulis* mit Nektarien *n*. — Fig. 5. Blatt von *Mimosa sensitiva.* — Fig. 6. Blatt von *Mimosa pudica*, ausgebreitet (*a*) und nach einem Berührungsreize (*b*). — Fig. 7. Phyllodien von *Acacia verticillata.* — Fig. 8. Phyllodien von *A. cultriformis.* — Alle Fig. etw. verkl. — Original.

117) Literatur, z. T. für *Mimosaceae* u. *Papilionaceae* gemeinsam: Taubert P. in E. P., III. 3, S. 70, 1891; Nachtr. III, S. 145; Nachtr. IV, S. 114. — Reinke J., Unters. üb. d. Assimil.-Org. d. Legum. Jahrb. f. wiss. Bot., XXX., 1896—1897. — Lindman

köpfchen- oder ährenförmigen Infloreszenzen, auffallend durch die langen, gefärbten Filamente. Kelch und Korolle (letztere manchmal fehlend) ± verwachsenblättrig, 4- bis 5zählig. Staubgefäße in gleicher Zahl wie die Kelchblätter oder doppelt so viele oder zahlreich, frei oder mit den Filamenten ± verbunden. Fruchtknoten oberständig, fast stets einblättrig. Früchte Hülsen, manchmal Bruchfrüchte, fleischige oder trockene Schließfrüchte. Arillus vorhanden.

Die *Mimosaceae* stehen den *Papilionaceae* nahe. Sie stimmen mit ihnen im Baue der Laubblätter und vor allem im Fruchtbaue so überein, daß sehr häufig beide Familien unter dem Namen der *Leguminosae* in eine vereinigt werden. Dennoch sind sie durch die aktinomorphen sympetalen Korollen, ferner durch die Infloreszenzen, Länge der Filamente etc. so konstant von den Papilionaceen verschieden, daß eine Abtrennung als eigene Familie berechtigt erscheint. Dazu kommt noch der Umstand, daß die *Chrysobalanaceae*, *Caesalpinioideae* und *Papilionatae* eine fast lückenlose Formenreihe darstellen, welche eine einheitliche Entwicklung mutmaßen läßt, während die *Mimosaceae* sich dieser Reihe nicht einfügen und wahrscheinlich anderer Herkunft innerhalb der *Rosales* sind. Der Name *Leguminosae* wird nach wie vor zur Verwendung kommen können zur Bezeichnung jener Gruppe der Rosalen, welche durch 1blättriges Gynözeum und häufiges Vorkommen von Hülsen charakterisiert ist (also *Mimosaceae* + *Papilionaceae*).

Gummibildung bei *Acacia*. Anomale Holzstruktur bei einigen Lianen, besonders *Entada* (Tropen). Die wasserbewohnenden *Neptunia*-Arten besitzen Aërenchym. Wurzelknöllchen häufig. Die Blätter zeigen häufig auffallende Bewegungen, Reaktionen auf Lichtintensitätsschwankungen, Berührungen etc., letzteres besonders bei *Mimosa*-Arten, z. B. *M. pudica*, *M. sensitiva*, *M. Velloziana*, *M. Speggazzinii* u. v. a. Nebenblätter oft dornig; bedeutend vergrößert und hohl bei myrmekophilen Akazien, z. B. *Acacia spadicigera*, *A. sphaerocephala*, *A. Hindsii*, *A. veracruzensis* u. a. (Zentralamerika) und *A. Seyal* (Afrika), welche an den Blattspitzen Futtergewebe („Beltsche Körperchen“) den Ameisen darbieten[118]) (Abb. 466, Fig. 1—3). Extraflorale Nektarien nicht selten. Viele australische Akazien ausgezeichnet durch Phyllodien, d. h. blattartige Blattstiele (gefiederte Blätter

---

C. A. M., Die Blüteneinricht. einig. südam. Pfl. I. *Leguminosae*. Bih. Svensk Vetensk. Ak. Handl., XXVII., Afd. 3, Nr. 14, 1902. — Borzí A., Biolog. dei semi di alc. spec. di *Inga*. Rendic. Linc., XII., 1., 1903. — Diels L. u. Pritzel E., Fragm. phytogr. Austral. occ. Bot. Jahrb., XXXV., 1904. — Kirchner O., Üb. d. Wirk. d. Selbstbest. b. d. Pap. Naturw. Zeitschr. f. Forst- u. Landw., III., 1905. — Tieghem Ph. v., Sur la chambre gemm. de quelqu. Legum. Ann. sc. nat., Bot., sér. 9, II., 1905; Sur la stèle ailée de la tige de quelqu. Leg. Journ. de Bot., XIX., 1905. — Harms H., Üb. ein. wichtige Akaz. d. trop. Afr. Notizbl. bot. Gart. Berlin, IV., 1906. — Bruyne C. de, Le sac embryon. d. *Phaseolus vulg.*, Bull. ac. roy. Belg., 1906. — Perrot E. et Gérard G., Rech. s. l. bois d. diff. Leg. Paris, 1907. — Saxton W. T., On the developm. of the ovule and embryos. in *Cassia*. Trans. S. Afric. Phil. Soc., XVIII., 1907. — Young W. J., The embryol. of *Melilotus*. Proc. Indiania. Ac. Sc., 1905. — Fucskó M., Anat. Entw. etc. d. Fruchtwand d. Pap. Botanik. Közlemén., VIII., 1909; Fruchtw. d. Papil. Flora, 1914. — Capitaine L., Sur l. repart. géogr. d. gr. d. Leg. Rev. gén. Bot., XXI., 1909. — Mrazek A., Über geformte eiweißart. Inhaltsk. b. d. Legum. Öst. bot. Zeitschr., LX., 1910. — Steinbrinck C., Der Öffn.-App. d. Pap.-Hüls. Ber. d. d. bot. Ges., XXXI., 1905. — Schüepp O., Beitr. z. Entw. d. Schmetterl.-Bl., Beih. bot. Centralbl., 1, XXVIII., 1912. — Jacobsson-Stiasny E., Vers. ein. hist.-phyl. Bearb. d. Papil. Sitzber. Akad. Wiss. Wien, CXXII., 1914. — Martin J. N., Comparat. morph. of Legum., Bot. Gaz., 58., 1914. — Brown M. M., The devel. of the embryos. and embr. in *Phaseolus*. Bull. Torr. Bot. Cl., 44., 1917.

[118]) Vgl. Sjöstedt Y. in Wiss. Ergeb. d. schwed. Exped. n. d. Kilimandjaro, Upsala 1908. — Fiebrig K., *Cecropia pelt.* mit ein. Not. über Ameisendornen bei *Acacia*. Biol. Zentralbl., XXIX., 1909. — Schenck H., Die myrmekophil. *A.*-Art., Bot. Jahrb. f. Syst.,

in der Jugend, vgl. Abb. 5, S. 29). Pollenkörner häufig zu Ballen (Massulae) verbunden. Pollenübertragung durch Insekten und Vögel. Bemerkenswerte Keimungsvorgänge (Freiwerden nackter Embryonen) bei *Inga*-Arten.

A. Staubgefäße mehr als 10, frei. — *Acacia.* Artenreiche Gattung tropischer und subtropischer Gebiete, besonders in Afrika und Australien. Viele Nutzpflanzen. Gummi liefern zahlreiche Arten, und zwar: „arabisches Gummi" *A. Verek*, *A. abyssinica*, *A. giraffae* (Nordostafrika, Arabien) u. a., „Senegal-Gummi" *A. Verek*, „australisches Gummi" *A. pycnantha* etc. Gerberrinden von vielen Arten; unter den Namen „Bablah", „Neb-Neb" werden *Acacia*-Früchte zum Gerben verwendet. — Katechu (Gerbmittel, Färbemittel) stammt aus dem Holze von *A. Catechu* und *A. Suma* (Indien), „Veilchenholz" von *A. homalophylla* (Südaustralien), „Black-wood" von *A. melanoxylon* (Australien) etc. Viele, besonders australische Arten als Zierpflanzen in Gewächshäusern und in wärmeren Gegenden (z. B. Mediterrangebiet) im Freien kultiviert, so z. B. *A. dealbata* (Australien), *A. Farnesiana* (Westindien?) u. a., die Blüten der letztgenannten finden auch Verwendung in der Parfümerie.

B. Staubgefäße mehr als 10, ± verbunden. — *Albizzia* (Tropen der Alten Welt). „Sirsa-Holz" von *A. Lebbek*. *A. Julibrissin* in Gärten wärmerer Gegenden (z. B. des Mediterrangebietes) häufig gezogen. — Artenreich: *Inga* (tropisch. Amerika), *Pithecolobium* (Tropen der ganzen Erde).

C. Staubgefäße 5 (4) bis 10 (8). — *Mimosa.* Zahlreiche Arten, besonders im tropischen Amerika. *M. pudica* (über Reizbarkeit vgl. oben; Regenschutz) über alle Tropengebiete verschleppt. — *Entada* (Tropen der ganzen Erde), Lianen mit oft riesigen (bis 1 Meter langen) Hülsen.

13. Familie: ***Papilionaceae***[119]. (Abb. 467 bis 472.) Holzpflanzen oder krautig. Blätter meist zusammengesetzt, mit Nebenblättern. Blüten stets ± zygomorph, meist ansehnlich, am häufigsten in razemösen Infloreszenzen (Trauben, Ähren usw.). Korolle 5blättrig (oder durch Rückbildung weniger Blätter), freiblättrig. Staubgefäße meist 10, und zwar alle frei oder alle ± mit den Filamenten verwachsen oder 9 verwachsen, 1 frei. Fruchtknoten oberständig, 1blättrig. Früchte in der

---

Festband 1914. — Jokl M., Üb. d. Beltschen Körperchen. Sitzber. Akad. Wiss. Wien, CXXVI., 1917.

[119]) Vgl. S. 676, ferner: Anat. Arbeiten, zusammengestellt in Harms H., Ergänzungsheft II zu E. P., S. 146, 1906, u. in Solereder H., System. Anat. d. Dicot., Stuttgart 1899, S. 341 u. Erg.-Bd., 1908, S. 123. — Wichtigere neuere Monographien: Briquet J., Et. s. l. Cytises des Alp. marit. Genf 1894. — Fritsch K., Üb. einige *Orobus*-Arten etc. Sitzber. d. Wiener Akad., CIV. Bd., 1895. — Ginzberger A., Über ein. *Lathyrus*-Arten etc. Sitzb. Wiener Akad., CV. Bd., 1896. — Brand A., Monogr. d. Gttg. *Lotus*. Bot. Jahrb., XXV., 1898. — Britten J. and Baker E., Some spec. of *Cracca*. Journ. of Bot., XXXVIII., 1900. — Harms H., Über d. Arten d. Gattg. *Haematoxylon*. Bot. Jahrb., XXIX., 1901. — Schulz O. E., Monogr. d. Gattg. *Melilotus*. Bot. Jahrb., XXIX., 1901. — Fedtschenko B., Generis *Hedysari* revisio. Act. hort. Petrop., XIX., 1902. — Rikli M., Die Gattung *Dorycnium*. Bot. Jahrb., XXXI., 1902. — Wagner R., Üb. einig. Arten d. Gttg. *Templetonia* u. *Hovea*. Verh. zool.-bot. Ges., 52., 1902. — Prain D., The spec. of *Dalbergia* in S. E. Asia, Ann. bot. Gard. Calcutta, X., 1., 1904; The Asiat. Spec. of *Ormosia*, J. Asiat. Soc. Bengal., LXXIII., 1904. — Schneider C. K., Consp. gen. *Amorphae*. Bot. Gaz., XLIII., 1907. — Sagorski E., Üb. d. Formenkr. d. *Anthyllis Vuln.* Allg. bot. Zeitschr., XIV. u. XV., 1908 u. 1909. — Handel-Mazzetti H. v., Revis. d. balk. etc. *Onobrychis*-Arten. Öst. bot. Zeitschr., LIX., 1909 und LX., 1910. — Komarov V. L., Generis *Caraganae* monogr. Acta hort. Petrop., XXIX., 1909. — Becker W., Bearb. d. *Anthyllis*-Sektion *Vulneraria*. Beih. z. Botan. Zentralbl., Bd. XXVII, 1910, Abt. 2. — Piper C. V. u. Morse W. J., The Soy bean, hist., var. etc., U. S. Dep. Agric. Bur. of Pl. Ind. Bull. 197, 1910; Neuaufl. New York, 1923.

Regel aufspringende Hülsen, doch auch trockene oder fleischige Schließfrüchte, Bruchfrüchte usw. Samen meist mit nährstoffreichen Kotyledonen. Arillus ab und zu vorhanden.

Abb. 467. *Mimosaceae* (Fig. 6) und *Papilionaceae* (Fig. 1—5, 7—9), Blüten. — Fig. 1 u. 2. *Vicia Faba*, Fig. 1 längs durchschn.; *v* Fahne, *a* Flügel, *c* Schiffchen. — Fig. 3. *Hedysarum multijugum;* Buchstaben wie Fig. 2. — Fig. 4 u. 5. *Amorpha fruticosa*, Fig. 5 längs durchschn. — Fig. 6. *Acacia rostellata.* — Fig. 7. *Haematoxylon campechianum.* — Fig. 8. *Tamarindus indica.* — Fig. 9. *Cassia floribunda.* — Alle Figuren etwas vergr. — Fig. 7—9 nach Baillon, 1—6 Original.

Windende oder mit Ranken kletternde Stengel häufig, eigentümliche Kletterzweige bei *Dalbergia, Machaerium.* Anomale Holzstruktur bei verholzenden Lianen, z. B. *Bauhinia* (Abb. 469), *Rhynchosia, Wistaria* u. a. Blattarme Rutensträucher in den Gattungen *Spartium, Sarothamnus, Cytisus, Genista* u. a. m. Flache assimilierende Stengel bei *Bossiaea-, Carmichaelia-, Genista*-Arten. Wurzelknöllchen verbreitet (Vgl. S. 90). Stammdornen bei *Gleditschia, Calycotome, Ulex, Genista*-Arten u. v. a. Verdornende Blätter bei *Astragalus-* (Abb. 472), *Onobrychis-, Oxytropis*-Arten etc. Nebenblattdornen bei *Robinia* u. a. Verbreiterte assimilierende Blattstiele (Phyllodien) bei *Lathyrus*-Arten; Stipellen bei Phaseoleen, *Robinia* u. a. Spontane Bewegungen der Blätter bei *Desmodium gyrans* u. a. „Schlafbewegungen" verbreitet.

Blüten fast allgemein der Pollenübertragung durch Insekten angepaßt (Ornithogamie bei *Amherstia, Bauhinia*-Arten, *Clianthus, Erythrina* u. a.); die vollkommensten und dabei sehr

mannigfachen Einrichtungen zeigen die *Papilionatae.* Hier umhüllt häufig das „Schiffchen" das Gynöceum und Andröceum; die als Anflugstellen dienenden „Flügel" sind mit dem Schiffchen derart in Verbindung gebracht, daß der auf die Flügel ausgeübte Druck des Insektenleibes ein Heraustreten der Narben, beziehungsweise der Antheren oder ein Heraus-

Abb. 468. *Papilionaceae.* Früchte. — Fig. 1. *Centrolobium robustum*; Fig. 2 basaler Teil davon im Längsschn. — Fig. 3. *Schizolobium excelsum.* — Fig. 4. *Hippocrepis unisiliquosa.* — Fig. 5. *Medicago orbicularis*, von oben. — Fig. 6. *Peltogyne paniculata.* — Fig. 7. *Pterocarpus indicus.* — Fig. 8. *Laburnum anagyroides.* — Fig. 9. *Desmodium canadense.* — Fig. 10. *Medicago orbicularis*, von der Seite. — Fig. 11. *Arachis hypogaea.* — Fig. 12. *Onobrychis aequidentata.* — Fig. 13. *Medicago granatensis.* — Fig. 3, 4, 7, 8 nat. Gr., 1, 2 etw. verkl., die übrig. etw. vergr. — Original.

pressen des Pollens bewirkt. Von anderen, besonders auffallenden mit dem Tierbesuch im Zusammenhange stehenden Einrichtungen sei erwähnt: Ausbildung von 2 Antherenformen, „Beköstigungsantheren" und „Befruchtungsantheren", bei *Cassia;* die ersteren werden den Tieren als Nahrung dargeboten. Kleistogame Blüten bei vielen Gattungen (*Vicia*, *Arachis*, *Ononis*, *Robinia* etc.). Manchmal gehen aus solchen unterirdisch reifende Früchte hervor,

während außerdem auch oberirdische Blüten und Früchte vorkommen (Amphikarpie), z. B.: *Lathyrus sativus*, *Vicia*-Arten, *Amphicarpaea*. Ganz geokarp sind *Arachis hypogaea*, *Voandzeia subterranea*, *Trifolium subterraneum* u. a. Heterokarpie bei *Cracca*, Sect. *Neocracca*.

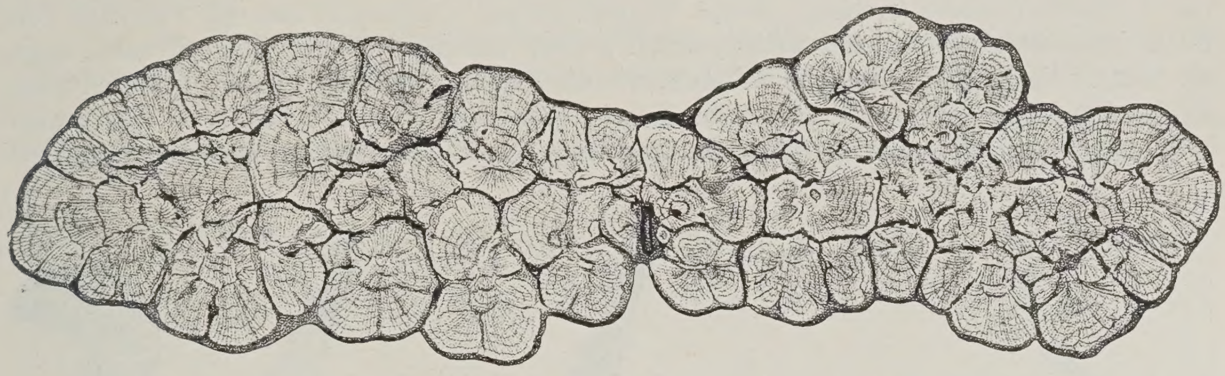


Abb. 469. Stammquerschnitt einer südbrasilianischen *Bauhinia* (Liane). — Verkl. — Origin.

Verbreitungsmittel der Früchte und Samen außerordentlich mannigfach: Flugfrüchte (*Centrolobium*, *Pterocarpus* u. a.), Hakenfrüchte (*Medicago*-Arten, *Hedysarum* etc.), besonders häufig Schleuderfrüchte (*Wistaria*, *Caesalpinia Sappan* u. viele a.) etc. (Abb. 468).

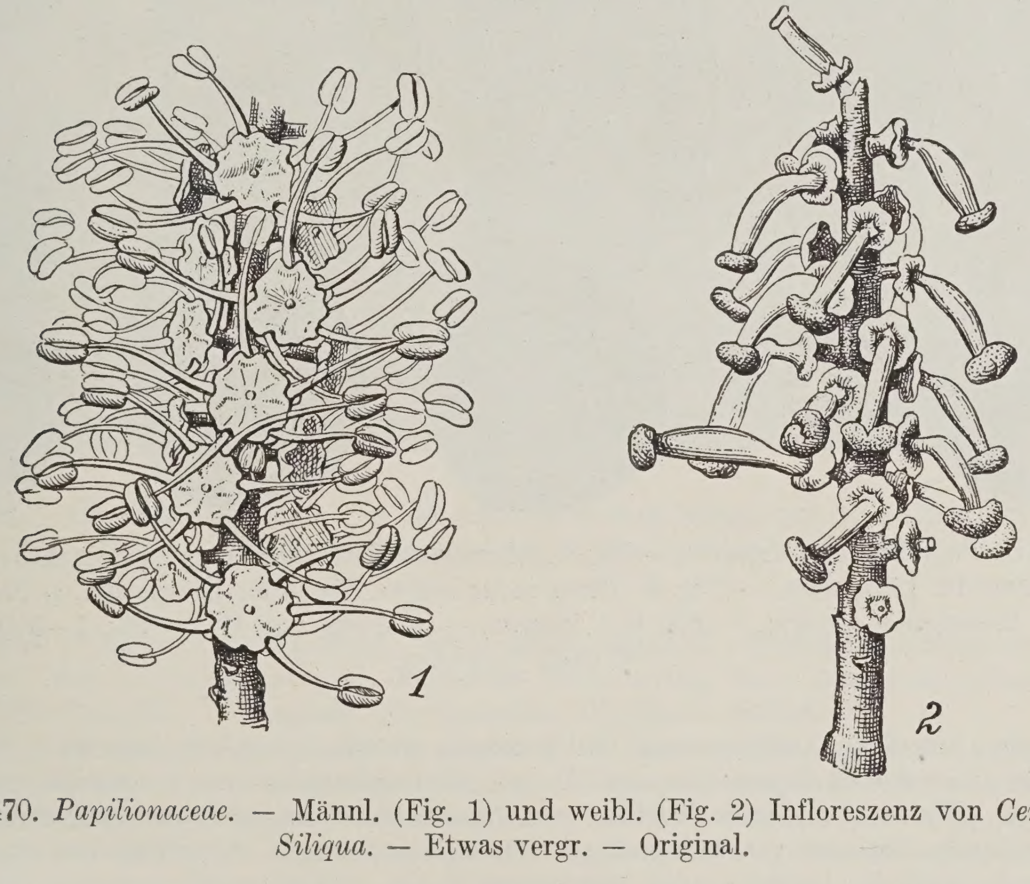


Abb. 470. *Papilionaceae*. — Männl. (Fig. 1) und weibl. (Fig. 2) Infloreszenz von *Ceratonia Siliqua*. — Etwas vergr. — Original.

Unterfamilien:

A. **Caesalpinioideae.** Korolle mit aufsteigender Ästivation (das oberste Blatt ist das innerste), Staubgefäße frei.

Fast ausschließlich Tropenbewohner; in Europa nur: 1. *Ceratonia Siliqua*, Johannisbrotbaum, Karobe (Abb. 470), mit perianthlosen, eingeschlechtigen Blüten, im Mediterrangebiet wild und kultiviert, Früchte genießbar („Johannisbrot"), Samen („Karat")

früher zum Äquilibrieren der Wagen allgemein verwendet. 2. *Cercis Siliquastrum*, Judasbaum (mediterran), mit rosa Blüten, häufiger Zierbaum, gleichwie *C. canadensis* (Nordamerika). — Nutzpflanzen: „Folia Sennae" (medizinisch verwendet) von *Cassia acutifolia* (Afrika) und *C. angustifolia* (Afrika, Südwestasien), „Radix Ratanhiae" (mediz. verw.) von *Krameria triandra* (Anden), „Pulpa Tamarindorum" (Abb. 471) aus den Früchten von *Tamarindus indica* (tropisches Afrika, durch Kultur verbreitet), deren junge Früchte auch ein Gemüse liefern; eine ähnliche Substanz wie die Früchte von *Tamarindus* enthalten auch die im Innern gefächerten Früchte von *Cassia Fistula* (tropisches Afrika). — „Amarantholz" von *Copaifera bracteata* (tropisches Amerika), „Courbarilholz" von *Hymenaea Courbaril*

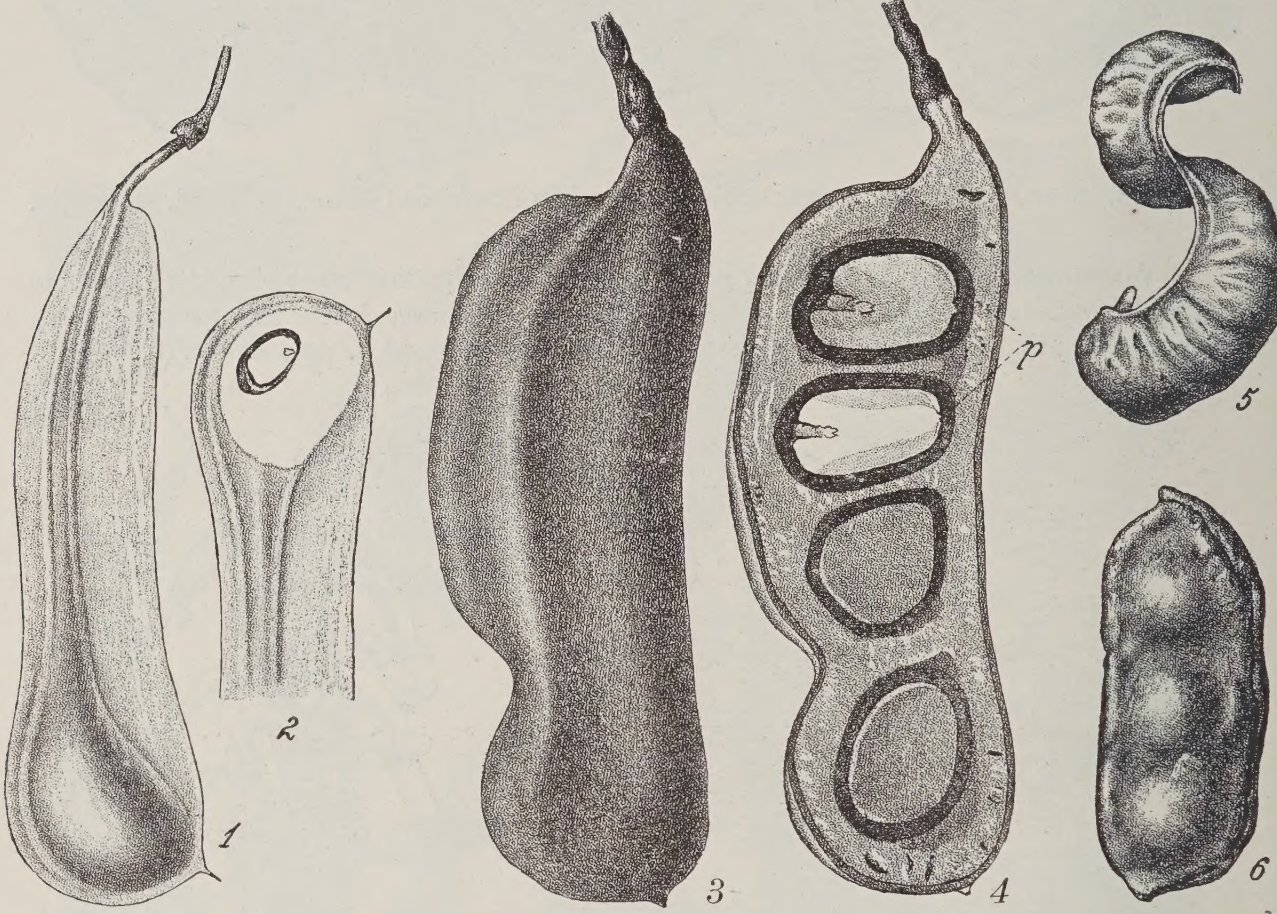


Abb. 471. *Papilionaceae*. Früchte. — Fig. 1. *Myroxylon Balsamum*, Fig. 2 samenenthaltender Teil davon im Längsschn. — Fig. 3. *Tamarindus indica*, Fig. 4 im Längsschn., *p* Pulpa. — Fig. 5. *Caesalpinia coriaria*. — Fig. 6. *C. digyna*. — Alle Fig. nat. Gr. — Fig. 1—5 Original, 6 nach Wiesner.

(tropisches Amerika) „Angeliqueholz" von *Dicorynia paraënsis* (tropisch. Amerika), „Sappanholz" von *Caesalpinia Sappan* (tropisch. Asien), „Fernambukholz" von *C. echinata* (tropisch. Amerika), „Blauholz", „Campeche-Holz" von *Haematoxylon campechianum* (Zentralamerika), „westindisches Rotholz" von verschiedenen *Caesalpinia*-Arten. — Kopalharz von *Hymenaea Courbaril* (tropisch. Amerika) und verwandten Arten. „Copaiva-Balsam" von *Copaifera officinalis* (Venezuela), *C. Langsdorffii* (tropisch. Südamerika), *C. coriacea* (tropisch. Südamerika) u. a. — Wegen ihres Gerbstoffreichtums kommen die Hülsen von *Caesalpinia coriaria* (Zentralamerika) als „Dividivi", die von *C. brevifolia* (Südamerika) als „Algarobillo", jene von *C. digyna* (indo-malayisch) als „Tari" oder „Teri" in den Handel (Abb. 471). — *Bauhinia*-Hölzer (Abb. 469) werden zu eingelegten Holzarbeiten verwendet.

B. ***Papilionatae.*** Blüte zumeist eine sogenannte „Schmetterlingsblüte", d. h. median-zygomorph mit einem nach oben stehenden, zumeist vergrößerten Blatte (der

„Fahne“), zwei seitlichen, oft länger benagelten Blättern (den „Flügeln“), und zwei unteren Blättern, die in der Regel zum „Schiffchen“ zusammenschließen und die Geschlechtsorgane einhüllen (vgl. Abb. 467, Fig. 1 u. 2). Ästivation absteigend. Staubgefäße alle mit den Filamenten zu einer Röhre verbunden oder 9 verbunden, eines (das oberste) frei oder (selten) alle frei.

In den Tropen und extratropischen Gebieten verbreitet und formenreich; in den Tropen zahlreiche Holzpflanzen, in extratropischen Gebieten herrschen krautige Formen vor.

a) Staubgefäße frei. Den *Caesalpinioideae* nahestehend: 1. *Sophoreae* und 2. *Podalyrieae*. — *Sophora japonica* (Japan) häufig in extratropischen Gebieten als Zierbaum gezogen. —

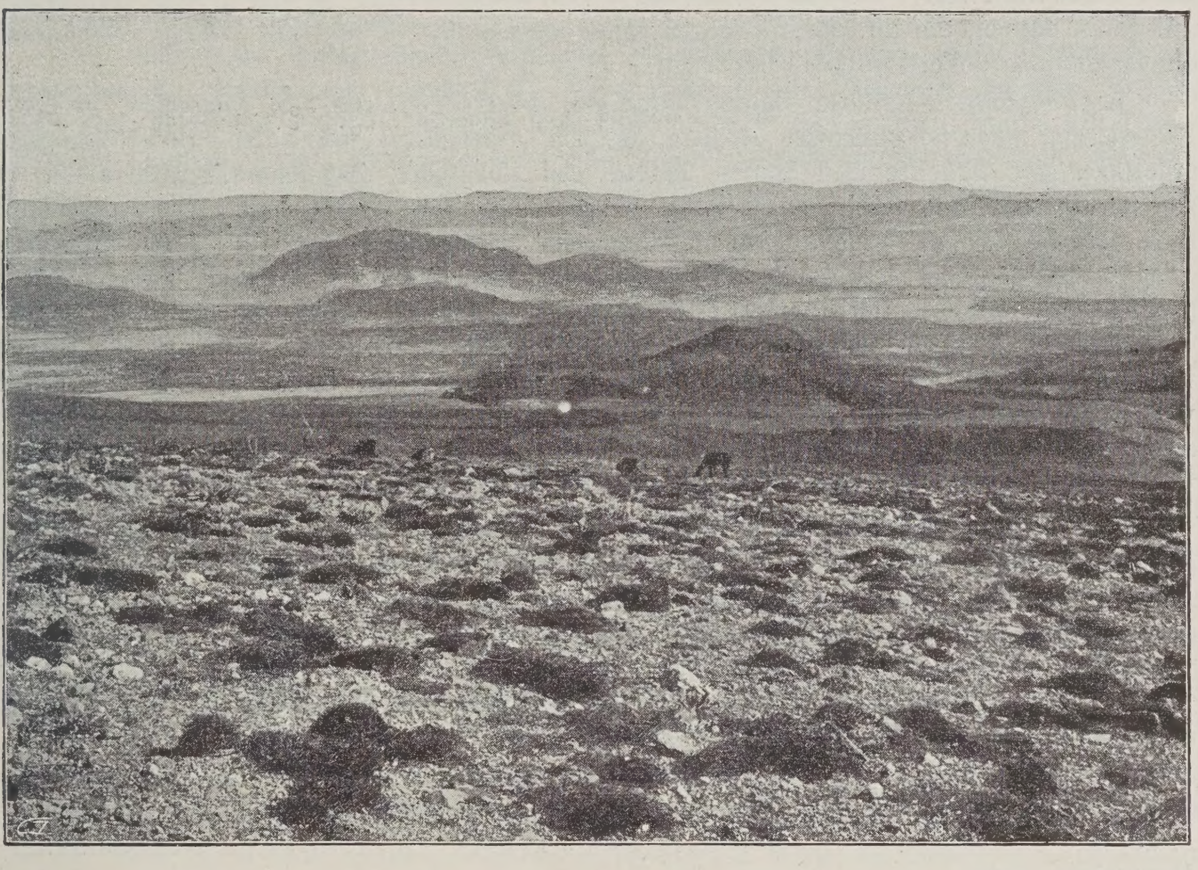


Abb. 472. *Astragalus*-Vegetation in der kleinasiatischen Steppe bei Hadschilar. — Nach einer Photographie von E. Zederbauer.

Myroxylon Pereirae (Zentralamerika) liefert das medizinisch verwendete „Balsamum peruvianum“, den „Peru-Balsam“; *M. Balsamum* (Südamerika) das „Balsamum tolutanum“, den „Tolu-Balsam“. — *Baptisia* (Nordamerika), *Podalyria* (Südafrika).

b) 9 Staubfäden vereint, der 10. (oberste) frei, seltener alle Staubfäden verbunden:

3. *Astragaleae*. Sträucher oder Kräuter. Blätter unpaarig gefiedert, rankenlos. — *Astragalus*, ungemein formenreiche Gattung, besonders in Vorderasien (Abb. 472), *A. microcephalus*, *A. gummifer*, *A. adscendens* (Vorderasien), *A. cylleneus* (Griechenland) u. a. liefern Tragant („Gummi Tragacantha“). — Von *Indigofera*-Arten wird die Hauptmasse des Indigo gewonnen, besonders von *I. tinctoria* (Afrika, in den Tropen viel kultiviert), *I. Anil* (tropisch. Amerika), *I. leptostachya* (kult. in Java, „Natal-Indigo“). — *Glycyrrhiza glabra*, Süßholz (Südosteuropa, Vorderasien), liefert die offizinelle „Radix Liquiritiae“. — In außertropischen Gärten viel kultiviert: *Caragana*-Arten, Erbsenstrauch (Zentral- und Ostasien), *Colutea arborescens*, Blasenstrauch (Südeuropa), *Amorpha fruticosa* u. a. Arten (Nordamerika; nur 1 Korollblatt), *Wistaria sinensis* (China), beliebte Schlingpflanze mit blauen Blütentrauben, *Robinia Pseudacacia*, Robinie (Nordamerika, in vielen Gebieten

Europas, besonders im süd-östlichen, vollständig einheimisch geworden), mit weißen, *R. hispida* (Nordamerika) mit roten Blüten.

4. *Vicieae.* Kräuter. Meist klimmend. Blätter mit paarigen Laubblättchen und einer kleinen Spitze oder Ranke am Ende. — Nutzpflanzen: *Pisum sativum* (Blüten meist weiß) und *P. arvense* (Blüten meist violett), die Erbse, mit vielen Kulturrassen (wahrsch. v. d. mediterranen *Pisum elatius* abstammend); *Lens culinaris* (= *L. esculenta*), die Linse (mediterran); *Cicer arietinum*, Kichererbse (mediterran); *Vicia Faba*, Pferdebohne, Saubohne (Vorderasien); durchwegs der Samen halber viel gebaut, letztere in Mitteleuropa häufiger als Futterpflanze. — Futterpflanzen: *Vicia sativa*, *V. villosa*, *Lathyrus sativus* u. a. — *Lathyrus odoratus* (Mittelmeergebiet) in vielen Farbenspielarten als Zierpflanze kultiviert. — *Abrus precatorius*, Paternostererbse (in den Tropen verbreitet), mit roten Samen, die für Schmuckgegenstände verwendet werden; die Pflanze selbst auch als sogenannte „Wetterpflanze" gezogen.

5. *Phaseoleae.* Kräuter, häufig windend. Blätter 3zählig. — *Phaseolus*, Bohne, Fisole. *Ph. vulgaris*, gemeine Bohne, und *Ph. coccineus*, Feuerbohne (beide aus Südamerika), der Früchte und Samen halber viel kultiviert. Zahlreiche Kulturrassen[120]). *Ph. lunatus* (Ostind., Afr.). — *Physostigma venenosum*, Calabarbohne (Westafrika), mit sehr giftigen Samen, welche auch medizinische Verwendung finden („Semen Calabar", „Semen Physostigmatis"). — Als Nahrungsmittel dienende Knollen liefern *Apios tuberosa* (östliches Nordamerika; Milchsaft!) und *Pachyrrhizus bulbosus* (tropisches Amerika, Asien). — *Soja hispida*, Sojabohne, im östlichen Asien allgemein, in neuerer Zeit auch in Europa und Nordamerika der Samen halber kultiviert. — Genießbare Samen und Hülsen ferner von *Vigna sinensis* (trop. As., Afr.), *Lablab vulgaris* (= *Dolichos Lablab*, tropisches Afrika, auch sonst in den Tropen kultiviert) und von *Cajanus indicus* (Tropen der Alten Welt; viel kultiviert). — *Mucuna* (Tropen), mehrere Arten mit Brennhaaren an den Hülsen.

6. *Trifolieae.* Kräuter, nicht windend. Blätter 3zählig. Viele häufig gebaute Futterpflanzen, so *Trifolium*-Arten, Klee (*T. pratense*, *T. incarnatum*, *T. repens* u. a. — Europa), *Melilotus officinalis*, Steinklee, Honigklee (Europa), *M. albus*, Bocharaklee, *Medicago sativa*, Luzerne (Asien, Südosteuropa), *M. falcata* und *lupulina* u. a. — Medizinisch verwendet: „Radix Ononidis" von *Ononis spinosa*, Hauhechel (Europa), „Semen Foeni graeci" von *Trigonella Foenum-graecum* (Mediterrangebiet), „Herba Meliloti" von *Melilotus officinalis*. — *Trigonella coerulea* (Nordafrika) Schabziegerkraut.

7. *Loteae.* Kräuter. Blätter unpaarig (oft armpaarig) gefiedert, seltener gefingert, die untersten Fiedern oft dem Stengel genähert und nebenblattartig (Pseudostipulae). — *Anthyllis.* Artenreich. *A. Vulneraria* (Sammelname), Wundklee, Futterpflanze. — *Dorycnium*, *Lotus.*

8. *Genisteae.* Holzpflanzen oder Kräuter mit gefingerten oder dreizähligen oder einfachen (auf das Endblättchen reduzierten) Blättern. — *Lupinus* (zahlreiche Arten im westlichen Nordamerika, einzelne in Südamerika, im Mediterrangebiet). *L. albus*, *L. luteus*, *L. angustifolius* (alle 3 mediterr.) u. a. Futterpflanzen, auch Zierpflanzen (bes. *L. polyphyllus*, Nordamerika), Samen als Kaffeesurrogat verwendet. — Textilfasern liefern: *Crotalaria juncea*, bengalischer Hanf (tropisch. Asien), die „Sunnfaser", *Spartium junceum* (Mediterrangebiet) die „Genêhfaser"; letzteres auch Zierpflanze. — *Genista tinctoria*, Färberginster (Europa, Mittelasien), und andere *Genista*-Arten liefern „Schüttgelb". — Zierpflanzen: *Laburnum anagyroides* (= *L. vulgare*) und *L. alpinum* (Europa), Goldregen (Samen giftig); *Genista*- und *Cytisus*-Arten u. a. — *Laburnocytisus Adami*, vermutliche Periklinalchimäre von *Laburnum anagyroides* und *Cytisus purpureus*, Zierpflanze[121]). — Artenreiche Gattungen: *Bossiaea* (Australien), *Aspalathus* (Afrika) u. a.

---

[120]) Comes O., Del Fagiuolo comune (*Phaseol. vulg.*) storia, filog. etc. Atti. d. R. Istituto d'Incorragg. Napoli, Ser. VI., Vol. VII., 1909.

[121]) Vgl. die auf S. 674 zitierte Literatur über Pfropfhybriden, resp. Periklinalchimären, dann speziell: Beijerinck M. W. in Bot. Zeitg., 1901, u. in Ber. d. deutsch. bot. Ges., Bd. XXVIa, 1908. — Buder J., Stud. an *Lab. Adami.* Ber. d. d. bot. Ges., XXVIII., 1910;

9. *Coronilleae.* Holzpflanzen oder Kräuter mit Bruchfrüchten („Gliederhülsen"). — Futterpflanzen: *Ornithopus sativus,* Serradella (West-Mediterrangebiet, auf Sandboden), *Onobrychis viciaefolia,* Esparsette (Mittel- und Südosteuropa, Westasien), *Hedysarum coronarium,* Sulla (in Südeuropa kultiviert). — *Alhagi Maurorum* u. *A. camelorum* (östl. Mediterrangeb., Vorderasien), Charakterpflanzen der vorderasiatischen Steppen, sondern zuckerhältige Substanz („persische Manna") ab. — Das außerordentlich weiche und leichte Holz des Ambatsch (*Aeschynomene Elaphroxylon*) (tropisches Afrika) findet vielfache Verwendung. — *Arachis hypogaea,* Erdnuß (Heimat: tropisches Südamerika?; in tropischen und subtropischen Gebieten allgemein kultiviert), mit ölreichen, genießbaren Samen. Hülse nicht aufspringend. Geokarp. — Zierpflanzen: *Lespedeza bicolor* (Japan, China), *L. racemosa* (= „*Desmodium penduliflorum*") (Japan) u. a. — Spontane Bewegungen der Blätter von *Desmodium gyrans* (Ostindien).

10. *Dalbergieae.* Holzpflanzen, oft Lianen. Früchte einsamig, sich nicht öffnend (Nüsse, Steinfrüchte). Größtenteils tropisch. — Nutzhölzer: von *Dalbergia latifolia* (Indien) „schwarzes Botanyholz" oder „indisches Rosenholz", von *D. Melanoxylon* (tropisches Afrika) „Senegal-Ebenholz" oder „afrikanisches Grenadilleholz", von *Pterocarpus santalinus* (tropisch. Asien) „ostindisches Sandelholz", von *P. erinaceus* (tropisches Afrika) „afrikanisches Rosenholz" oder „afrikanisches Teakholz", von *P. santalinoides* „afrikanisches Sandelholz". — *Dipteryx odorata* (Brasilien) liefert die „holländischen", *D. oppositifolia* (tropisches Südamerika) die „englischen" kumarinreichen „Tonkabohnen", letztere auch wohlriechendes „Coumarounaholz". — Eine Art „Kino" (Gerb- und Färbemittel) liefern mehrere *Pterocarpus*-Arten.

23. Reihe. *Myrtales*[122]).

Pflanzen von sehr verschiedenem Habitus, aber vorherrschend Holzpflanzen. Blätter meist ohne Nebenblätter. Blüten zwitterig (nur relativ selten durch Rückbildung eingeschlechtig) mit doppeltem, nur manchmal durch Apopetalie einfachem, aktinomorphem, selten zygomorphem Perianthium, am häufigsten tetramer. Staubgefäße in gleicher Zahl wie die Blumenkronblätter oder doppelt so viele oder zahlreich. Fruchtknotenblätter in gleicher Zahl wie die Korollblätter oder weniger, synkarp, fast stets nur mit 1 gemeinsamen Griffel. Plazentation marginal. Blütengrund stets ausgehöhlt, oft röhrenförmig verlängert, den Fruchtknoten bergend oder mit ihm zu einem unterständigen Fruchtknoten verbunden. Häufig intraxyläre Phloëme im Stamm.

Wie ein Vergleich der Merkmale der *Myrtales* mit jenen der *Rosales* zeigt, sind beide Reihen morphologisch sehr ähnlich. Die wichtigsten Kennzeichen der *Myrtales* gegenüber den *Rosales* sind: Vorherrschen tetramerer Blüten, konstantes Vorkommen eines Griffels, Steigerung in der Aushöhlung der Blütenachse, intraxyläre Phloëme. In der Tat ist kaum daran zu zweifeln, daß beide Reihen entwicklungsgeschichtlich zusammenhängen. Es wäre sogar Zusammenfassung beider Reihen zu einer und Schaffung mehrerer Unterreihen zu rechtfertigen. Hiebei wäre zu beachten, daß die *Rosales* mit aktinomorphen Blüten, freiblättrigem oder relativ wenig synkarpem, mit der Achse nicht verbundenem Gynöceum (*Crassulaceae* — *Rosaceae* zum Teil) gewisser-

---

Zeitschr. f. ind. Abst.- u. Vererb.-L., V., 1911. — Baur E., Einf. in d. exp. Vererbungsl., 4. Aufl., 1919.

122) Vgl. Hallier E., Über die Verwandtschaftsverh. der *Rosales, Parietales,* Myrtifloren etc. Abh. aus d. Geb. d. Naturw., XVIII., Hamburg 1903.

maßen den Grundtypus darstellen, von dem die Entwicklung nach verschiedenen Richtungen ausstrahlte. Ein Endglied bilden die zygomorphen Papilionaceen, welche, wie gezeigt wurde, mit den Rosaceen durch Zwischenformen verbunden sind. In einer anderen Entwicklungsreihe treten typisch unterständige Fruchtknoten immer mehr hervor, hieher gehören die Familien der *Lythraceae* — *Halorrhagidaceae*.

Als Glieder einer dritten Entwicklungsreihe können die hier am Beginne der *Myrtales* abgehandelten Familien *Penaeaceae* — *Elaeagnaceae* aufgefaßt werden (= Reihe der *Thymelaeales* nach Warming); bezeichnend wäre für diese Familiengruppe die Ausbildung wenig- bis einsamiger, aber ± frei in der Achse stehender Fruchtknoten. Immerhin muß zugegeben werden, daß diese Gruppe innerhalb der *Myrtales* recht isoliert steht und daß es ganz verständlich erscheint, wenn Versuche gemacht werden, sie ganz oder zum Teil von den *Myrtales* abzutrennen (vgl. Günther[123]), oder für sie sogar einen ganz anderen systematischen Anschluß zu finden (vgl. Servettaz[123]).

Auch sero-diagnostisch wurde die Zusammengehörigkeit der hier vereinten Familien gleichwie die Verwandtschaft mit den *Rosales* bestätigt[124]).

1. Familie: **Penaeaceae**[125]). Sträucher mit relativ kleinen, dichtstehenden Blüten. Blütenachse becher- bis röhrenförmig. Korolle fehlend. Kelch 4blättrig. Staubgefäße 4. Fruchtknoten 4fächerig, frei im Grunde der Blütenachse. Kapseln.

Penaea, *Brachysiphon*. Südafrika. — 16kerniger Embryosack, vgl. S. 492.

Die kleine (2.) Familie der **Geissolomataceae** unterscheidet sich von der vorerwähnten durch 8 Staubgefäße und Nährgewebe enthaltende Samen. Vielleicht noch etwas ursprünglicher als die vorige Familie. — Einzige Art: *Geissoloma marginatum*. Kap.

Die (3.) Familie der **Oliniaceae** unterscheidet sich von den *Penaeaceae* durch den Besitz einer Korolle, durch ganz unterständiges Gynöceum und Steinfrüchte. — Einzige Gattung: *Olinia* (Afrika).

4. Familie: **Thymelaeaceae**[126]). (Abb. 473, Fig. 1—4.) Holzpflanzen, seltener Kräuter. Blüten zwitterig, 4- bis 5zählig. Blütenachse röhren-

---

[123]) Vgl. Günther W., Beitr. z. Anat. d. Myrtifloren. Dissert. Breslau, 1905. — Servettaz C., Monogr. d. Eléagnacées. I. u. II. Beih. bot. Zentralbl., XXV., Abt. II, 1909.

[124]) Vgl. Kohz K., Sero-diagn. Unters. üb. d. Verw. innerh. des *Rosales*-Astes der Dicot. Arch. f. Bot., III., 1., 1913.

[125]) Gilg E. in E. P., III. 6a, S. 208, 1894. — Stephens E. L., The embryo-sac and embryo of cert. *P.* Ann. of Bot., XXIII., 1909.

[126]) Gilg E. in E. P., III. 6a, S. 216, 1894; Nachtr. III, S. 237; Nachtr. IV, S. 212. — Ders., Üb. d. Gattg. *Octolepis* etc. Bot. Jahrb., XXVIII., 1899; Eine neue int. Gattg. d. *Th.*, Jahrb. f. syst. Bot., LIII. Bd., 1915. — Keissler K., v. Die Arten d. Gattg. *Daphne* aus d. Sect. *Daphnantes*. Bot. Jahrb., XXV., 1898. — Winkler H., Über Parthenogenese bei *Wikstroemia*, Ber. d. deutsch. bot. Ges., XXII., 1904; Ann. Jard. Bot. Buitenz., XX., 1906. — Nitsche W., Beitr. z. Kenntn. d. Gattg. *Daphne*. Diss. Breslau, 1907. — Vogl K., Anat. Stud. über Bl. u. Achse d. *Daphne*-Art. Jahresber. d. Staatsg. Oberhollabrunn, 1910. — Osawa J., On the developm. of pollen-gr. and embryos. of *Daphne* etc. Journ. Coll. Agr. imp. Univ. Tokyo, IV., 1913. — Guérin P., Rech. s. l. struct. de l'ov. etc., Ann. Jard. Bot. Buitenz., II. sér., XIV., 1915.

förmig, meist korollinisch. Korollblätter vorhanden oder fehlend. Staubgefäße so viele als Kelchblätter oder doppelt so viele, seltener weniger. Fruchtknoten 1fächerig oder 2fächerig, 1- bis 2samig, frei im Grunde der Blütenachse. Nüßchen, beerenartige Früchte, seltener Kapseln. Samen mit der Radicula nach oben.

Insektenblütig. In bezug auf den Bau der Sexualorgane dimorphe Blüten bei mehreren Gattungen. — Embryosack mit vermehrter Antipodenzahl; vom Griffel wächst ein Obturatorähnliches Gewebe in die Mikropyle. — Viele Giftpflanzen. — Die Gattung *Synandrodaphne* weicht durch das Fehlen der röhrenförmigen Blütenachse und einen petaloiden Staminaltubus ab (ob hieher gehörig?).

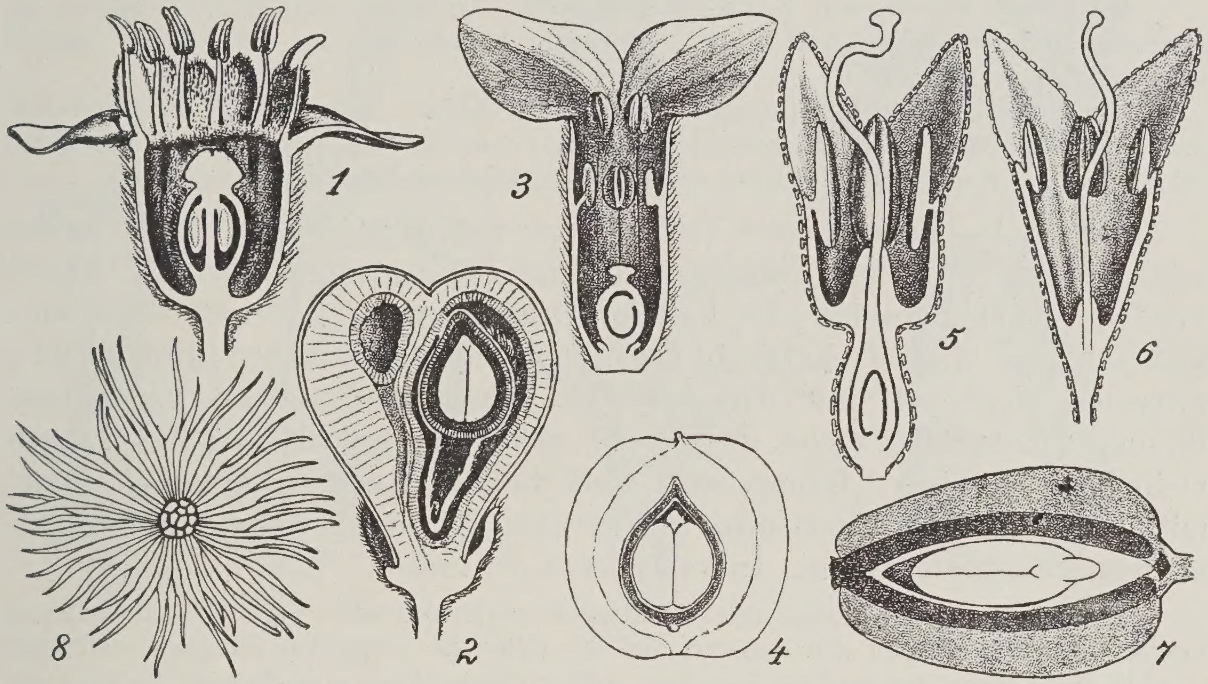


Abb. 473. *Thymelaeaceae* (Fig. 1—4) u. *Elaeagnaceae* (Fig. 5—8). — Fig. 1 Blüte von *Aquilaria malaccensis*; Fig. 2 Frucht davon; beides längs durchschn. — Fig. 3 Blüte, Fig. 4 Frucht von *Daphne Mezereum*; beides längs durchschn. — Fig. 5 ♀, Fig. 6 ♂ Blüte, Fig. 7 Frucht von *Elaeagnus* „*reflexa*"; alle längs durchschn. — Fig. 8 Sternhaar von *Hippophaë Rhamnoides*. — Alle Fig. vergr. — Fig. 1 u. 2 nach Baillon, 5 u. 6 nach Gilg in E. P., 8 nach Solereder, das übrige Original.

Daphne, Seidelbast. Strauchig. Korolle fehlt. *D. Mezereum* (Europa, Westasien) entwickelt die Blüten vor der Belaubung. Oft als Zierstrauch kultiviert. *D. Laureola* (Mittel- und Südeuropa) mit immergrünen Blättern. — *Thymelaea Passerina* (Europa, Asien, Nordafrika), Vogelkopf, einjähriges kahles Kraut. — Artenreiche Gattungen: *Gnidia* (Afrika, tropisch. Asien), *Thymelaea* (mediterran). — Textilbast liefern *Lagetta lintearia* (Westindien), *Linodendron Lagetta* (Kuba), *Daphnopsis brasiliensis* (Brasilien), *Gnidia eriocephala* (= *Lasiosiphon speciosus* — Indien) u. v. a. „Adlerholz", „Eagle wood" von *Aquilaria agallocha* (Ostindien, China). — Aus dem Baste von *Edgeworthia chrysantha* wird das japan. „Mitsumatapapier" bereitet.

5. Familie: ***Elaeagnaceae***[127]). (Abb. 473, Fig. 5 bis 8.) Holzpflanzen mit Stern- und Schildhaaren an allen Teilen (daher häufig silberglänzend oder braun). Blüten zwitterig oder eingeschlechtig, 2- bis 5zählig.

[127]) Gilg E. in E. P., III. 6a, S. 247, 1894; Nachtrag IV, S. 212.

Blütenachse, wenigstens in den ♀ und zwitterigen Blüten, röhren- oder trichterförmig. Staubgefäße so viele als Kelchblätter oder doppelt so viele. Fruchtknoten 1fächerig, 1samig, mit der Blütenachse verbunden. Beeren- oder steinfruchtartige Scheinfrüchte. Samen mit der Radicula nach unten.

In anatomischer Hinsicht durch das Fehlen der intraxylären Phloëme im Stamme von den meisten anderen *Myrtales* verschieden. (Sie fehlen überdies bei den *Geissolomataceae, Halorrhagidaceae, Rhizophoraceae, Lecythidaceae*).

Insektenbestäubung (*Elaeagnus*) oder Windbestäubung (*Hippophaë*). Wurzelknöllchen (Vgl. S. 92). Dornbildung häufig, bei *Elaeagnus pungens* (Ostasien) Klimmdorne.

Hippophaë Rhamnoides, Sanddorn (Europa, Westasien), diözisch, verbreitet an sandigen Flußufern, Meeresküsten, in Steppen; in Mitteleuropa an Berghängen vielfach auf glazialen Ablagerungen.

Elaeagnus, „Ölweide" (nördlich extratrop. Gebiet). *E. argentea* (Nordamerika) und *E. angustifolia* (Mediterrangebiete bis China), sowie andere Arten vielfach in Gärten als Zierbäume, respektive -sträucher gezogen. — *Shepherdia* (Nordamerika).

6. Familie: **Lythraceae**[128]) (=*Salicariaceae* 1763.) (Abb. 474.) Holzpflanzen oder Kräuter mit stets ungeteilten, zumeist gegenständigen Blättern. Blüten zwitterig, aktinomorph oder zygomorph, mit meist 4- bis 6-, doch auch mehrzähligen Wirteln. Kelch in der Knospenlage mit klappigen Zipfeln, zwischen diesen oft mit Anhängseln. Blütengrund becher- bis röhrenförmig. Staubgefäße meist doppelt so viele wie Kelchblätter, doch auch mehr oder weniger. Gynöceum 2- bis 6blättrig und ebensoviel-fächerig, mit stets frei im Grunde der Blütenachse stehendem Fruchtknoten. Kapselfrüchte. Intraxyläres Phloëm.

Wie schon erwähnt, nicht den unmittelbar vorhergehenden Familien nahestehend, sondern eher den *Rosales* sich nähernd und die Reihe der folgenden Familien eröffnend.

Vielfach Bewohner feuchter Standorte, selbst Wasserpflanzen, anderseits Xerophyten. Konkauleszenz, d. h. Emporrücken der achselständigen Blüten bis zum nächsten Blattpaare bei *Cuphea*-Arten (Abb. 474). Kleistogame Blüten (häufig apopetal) bei *Rotala*-, *Ammannia*-Arten u. a. Trimorphe Blüten (lang-, mittel- und kurzgriffelige) bei *Lythrum*-Arten, dimorphe Blüten (lang- und kurzgriffelige) häufiger. Sehr eigentümliche Öffnungsart der Früchte bei *Cuphea*: die röhrenförmige Blütenachse reißt an der Rückenlinie auf, dann wird die Frucht am Rücken zerrissen und die Plazenta mit den Samen tritt heraus. Eigentümliche, bei Befeuchtung hervortretende Haare auf der Samenschale von *Lythrum*. — Vierkerniger Embryosack.

Die größte Artenzahl in tropischen und subtropischen Gebieten, doch auch extratropisch, so in Europa *Lythrum*-Arten und *Peplis Portula*, in Nordamerika *Lythrum*-, *Cuphea*-Arten u. a. m.

Aus den Blättern von *Lawsonia inermis* (Australien, tropisches Asien, Afrika) wird „Henna" gewonnen, ein Farbstoff, der insbesondere im Orient zum Färben der Fingernägel etc. verwendet wird. — *Physocalymma scaberrimum* (Südamerika) liefert rosenrotes Holz („brasilianisches Rosenholz"). — Zierpflanzen: *Cuphea platycentra* (Zentralamerika) und *C. cyanea* (Mexiko) häufig in Gärten extratrop. Gebiete, *Lagerstroemia indica* (Ostasien, indo-malayisch) in wärmeren Gebieten (schönblühender Strauch).

---

[128]) Koehne E. in E. P., III. 7, S. 1, 1891; Nachtr. III, S. 239; Nachtr. IV, S. 212. — Koehne E., *Lythraceae* in Engler A., Das Pflanzenreich, 17. Heft, 1903; Nachtr. dazu, Botan. Jahrb., 41. Bd., 1907; 42. Bd., 1908. — Eberlein L., Beitr. z. anatom. Charakteristik d. Lythraceen. Erlangen 1904. — Gin A., Recherches s. l. Lythr. Paris 1909. — Tischler G., Üb. d. Entw. u. phylog. Bed. d. Embryos. Ber. d. d. bot. Ges., XXXV., 1917.

7. Familie: **Heteropyxidaceae**[129]. — *Heteropyxis* (SO.-Afrika).

Abb. 474. *Lythraceae.* — Fig. 1. Blütenzweig, Fig. 2 Blüte von *Cuphea platycentra.* — Fig. 3. Blüte von *Lythrum Salicaria.* — Fig. 4. Blüte von *L. virgatum,* längs durchschn. — Fig. 5. Frucht von *Cuphea strigulosa*; *a* Blütenachse, *f* Fruchtwand, *p* Plazenta. — Fig. 6. Frucht von *Lythrum Salicaria,* längs durchschn., Buchstaben wie bei Fig. 5. — Alle Fig. etw. vergr. — Original.

8. Familie: **Sonneratiaceae**[130]. Bäume der Tropenzone mit gegenständigen, nebenblattlosen Blättern. Blüten zwitterig oder eingeschlechtig, aktinomorph. Blütenachse nur wenig ausgehöhlt, nur teilweise mit dem Fruchtknoten verwachsen oder dieser frei. Kelch 4- bis 8blättrig, Korolle ebenso oder fehlend. Andröceum gleichzählig oder vielblättrig, Kapseln oder Beeren, vielsamig. Intraxyläres Phloëm.

Markständige Bastbündel, in den Laubblättern häufig Spikularzellen. Bei *Sonneratia* negativ geotropisch aus dem Boden wachsende, bis über 1 Meter lange Atemwurzeln.

Sonneratia-Arten (z. B. *S. caseolaris*) in der Mangrove des indo-malayischen Gebietes; Früchte eßbar.

---

[129]) Vgl. Engler A., Syllabus, 8. Aufl., S. 281, 1919.

[130]) Niedenzu F. in E. P., III. 7, S. 16, 1892; Nachtr. III, S. 239.

9. Familie: **Rhizophoraceae**[131]). (Abb. 475 u. 476.) Holzpflanzen der Tropenzone mit gegenständigen Blättern mit Nebenblättern. Blüten zwitterig oder eingeschlechtig, aktinomorph. Blütenachse mit dem Fruchtknoten verwachsen oder diese ± frei. Kelch meist 4- bis 8- (doch auch mehr- oder weniger-) blättrig. Korollblätter ebensoviele oder

Abb. 475. *Rhizophoraceae*. — Fig. 1—5. *Rhizophora Mangle*; Fig. 1 Blüte, Fig. 2 geöffnete Anthere, Fig. 3 Frucht, Fig. 4 dieselbe längs durchschn., Fig. 5 dieselbe im Keimungsstadium; *h* Hypokotyl, *s* Samenschale, *c* Kotyledo, *e* Endosperm. — Fig. 6. Keimende Frucht v. *Rh. mucronata*. — Fig. 7—9. Fruchtkn. v. *Bruguiera gymnorrhiza* in verschiedenen Stadien bis zur Keimung; bei Fig. 8 bedeutet *e* Embryo, *em* Endosperm; bei Fig. 9 Buchstaben wie bei Fig. 5. — Fig. 10. Keimende Frucht v. *B. gymnorrhiza*. — Fig. 7—9 nach Goebel, alles übrige Original.

fehlend. Staubgefäße meist vermehrt. Beeren, Kapseln oder 1samige Schließfrüchte. Kein intraxyläres Phloëm.

[131]) Schimper A. F. W. in E. P., III. 7, S. 42, 1892 und die dort zit. Lit.; Nachtr. IV, S. 213. — Pierre, Pl. du Gabon. Bull. Soc. Linn. d. Paris, 1896. — Cook M. T., The embryolog. of *Rhizoph.* Bull. Torrey bot. Cl., XXXIV., 1907. — Gehrmann K., Zur Blütenbiol. d. Rh., Ber. d. d. bot. Ges., XXIX., 1911.

Spikularzellen in den verschiedensten Geweben häufig. Korkwarzen auf den Blättern mehrfach. Anisophyllie bei *Anisophyllea*. Antheren mit gefächerten Pollensäcken bei *Rhizophora*. Viele *Rhizophora*-Arten sind wesentliche Bestandteile der Mangroveformation der tropischen Küsten und zeigen entsprechende Einrichtungen (xerophilen Bau, Atemwurzeln, Stützwurzeln, vivipare Früchte). Atemwurzeln besonders bei *Bruguiera* und *Rhizophora*; bei letzterer haben die aus den Ästen entspringenden bogenförmig gekrümmten Wurzeln zugleich die Aufgabe von Stützwurzeln. Bei den mangrovebewohnenden Rhizophoraceen erfolgt die Keimung der Samen in der Regel schon auf der Mutterpflanze. Die Hypokotyle wachsen bei der Mikropyle heraus, erreichen eine $\pm$ bedeutende Länge, worauf

Abb. 476. *Rhizophoraceae*. — *Rhizophora Mangle* in der Saltriver-Bai, St. Croix; dänische Antillen. — Nach Original-Photographie von F. Börgesen.

der Keimling mit der Frucht (*Bruguiera*) oder ohne diese nach Loslösung von den in der Frucht verbleibenden Kotyledonen (*Rhizophora* u. a.) (Abb. 475, Fig. 5) abfällt und sofort im weichen Schlammgrunde weiterwächst oder durch das Meereswasser verbreitet wird.

Durch das massenhafte Auftreten mehrerer Arten in der genannten Küstenformation gehören diese zu den landschaftlich auffallendsten Pflanzen (vgl. Abb. 476). In der amerikanischen Mangrove ist vorherrschend *Rhizophora Mangle*, in der Mangrove des Indischen Ozeans von Afrika bis Australien *Rh. mucronata*, *Rh. conjugata*, *Bruguiera gymnorrhiza* u. a. — Die Rinden der meisten Rhizophoraceen finden als Gerberrinden Verwendung.

Hier lassen sich — allerdings mit einiger Reserve — die kleinen Familien der (10.) **Alangiaceae** (*Alangium* — Tropen und Subtropen der Alten Welt) und (11.) **Nyssaceae** (*Nyssa*, z. B. die nordamerik. *N. multiflora*, welche die medizinisch verwendeten „Tupelostifte" liefert — *Davidia*?) einfügen, deren Vertreter früher zu den Cornaceen gestellt wurden[132]).

---

[132]) Wangerin W., Die Umgrenzung u. Glied. d. Fam. d. *Cornaceae*, Dissert. Halle, 1906 u. in Bot. Jahrb., XXXVIII., Beibl. 86, 1906; in Engler A., Das Pflanzenreich, IV.,

12. Familie: **Lecythidaceae**[133]) (= *Belvisiaceae* 1821). (Abb. 477 u. 478). Holzpflanzen der Tropen mit wechselständigen Blättern ohne Nebenblätter. Blüten zwitterig, aktinomorph oder zygomorph. Blütenachse mit dem Fruchtknoten stets verwachsen. Kelchblätter meist 4—6, Korollblätter 4—6, selten mehr oder fehlend. Staubgefäße zahlreich, am Grunde miteinander verwachsen, oft zum Teil staminodial. Deckelkapsel oder beerenartige Früchte. Kein intraxyläres Phloëm; rindenständige Gefäßbündel.

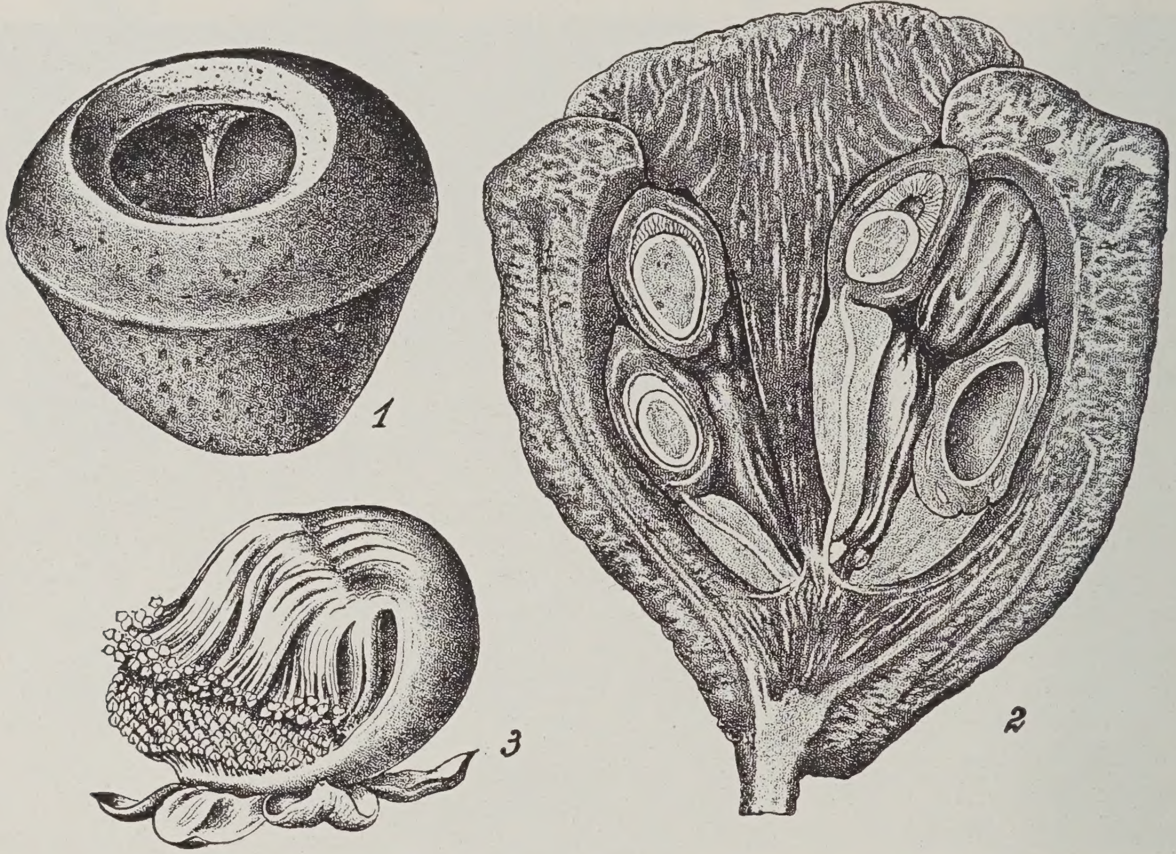


Abb. 477. *Lecythidaceae*. — Fig. 1. Reife Frucht von *Lecythis Pohlii* nach Abfallen des Deckels. — Fig. 2. Halbreife Frucht von *Lecythis Pohlii*, längs durchschn. — Fig. 3. Andröceum von *Couroupita surinamensis*. — Fig. 1 verkl., Fig. 2 etwas verkl., Fig. 3 nat. Gr. — Fig. 3 nach Berg, 1 u. 2 Original.

Bei *Napoleona* findet sich in der Blüte ein aus mehreren Staminodial-Kreisen hervorgegangenes kronenartiges Gebilde. (Abb. 478.) Bei *Lecythis*, *Couroupita*, *Bertholletia* u. a. bildet ein Teil des Andrözeums ein helmartiges, einwärts gebogenes Gebilde, das oft nur Staminodien trägt. Außer Insektenbesuch wurde auch Kolibribesuch beobachtet. Scheinbar ungegliederte Embryonen (mächtige Entwicklung des Hypokotyls und Reduktion der Kotyledonen) bei mehreren Gattungen.

Lecythis (tropisch. Südamerika). Große Deckelkapseln, die verholzen und von den Eingeborenen als Töpfe verwendet werden; Samen der meisten Arten genießbar. — *Berthol-*

220a und 220b, 1910. — Horne A. S., The struct. and affin. of *Davidia*. Trans. of Linn. Soc. Bot., VII., 1909. — Schnarf K., Zur Kenntn. d. Blütenb. v. *Alangium*. Sitzb. Akad. Wiss. Wien, 131. Bd., 1922; nach dem Verf. gehört *Alangium* doch zu den Umbellifloren.

[133]) Niedenzu F. in E. P., III. 7, S. 26, 1892; Nachtr. III, S. 239. — Van den Driessen Mareeuw W. P. H., Über den Samen v. *Barringtonia* spec. Utrecht 1903.

letia excelsa und *B. nobilis* (tropisch. Südamerika) liefern eßbare Samen, die auch als „Paranüsse" oder „brasilianische Nüsse" in den Handel kommen. — *Barringtonia* (Ostafrika, indo-malayisches Gebiet, Australien). Schwimmfrüchte bei einigen Arten.

13. Familie: **Combretaceae**[134]. (= *Terminaliaceae* 1805.) Von den beiden vorhergehenden Familien verschieden vor allem durch den einfächerigen, unterständigen, selten ± oberständigen Fruchtknoten (bei jenen ist der Fruchtknoten mehrfächerig, wenn auch häufig die Frucht nur 1fächerig), stets 1samige Früchte, ferner durch intraxyläre Phloëme. Keine Nebenblätter. Steinfrüchte oder Flügelfrüchte. Samen zumeist mit zusammengerollten Keimblättern.

Holzpflanzen der Tropen und Subtropen, manchmal klimmend (windend und Spreizklimmer). Verbreitung der Früchte durch das Wasser (luftreiches Perikarp), besonders bei litoralen Arten mit großer Verbreitung, so *Terminalia Catappa* (Afrika bis Polynesien), *Laguncularia racemosa* (Amerika und Afrika), oder durch den Wind (Flügelfrüchte). Atemwurzeln bei *Laguncularia racemosa.*

Größte Gattungen: *Terminalia* (Tropen der ganzen Erde) und *Combretum* (Tropen der ganzen Erde, besonders Afrikas.) — Der Gerbstoffreichtum vieler Combretaceen bedingt ihre Verwendung als Gerb-, beziehungsweise Färbemittel, so „Badamierrinde" von *Terminalia Catappa*, „Myrobalanen" (Früchte) von *T. Chebula* und anderen Arten. Die ölreichen Samen von *T. Catappa* und anderen Arten sind genießbar. — *Quisqualis indica.* In den Tropen viel kultivierter Zierstrauch mit klimmenden Ästen (verdornende Blattstielreste).

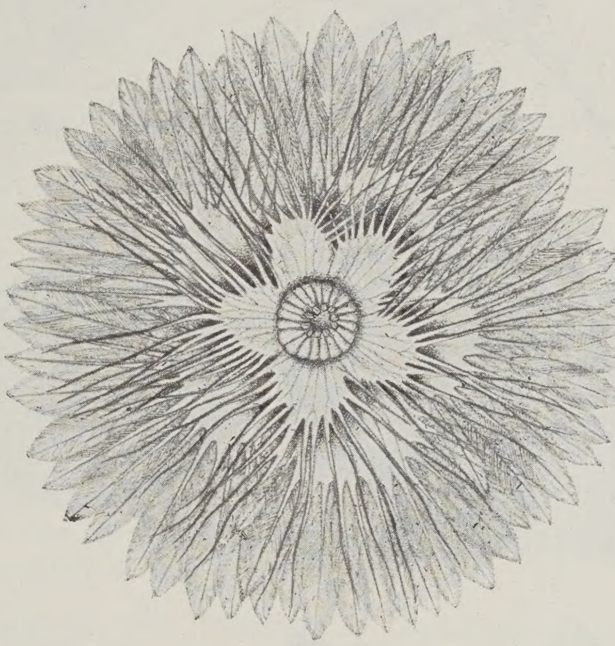


Abb. 478. *Lecythidaceae.* — Blüte von *Napoleona* sp. mit 3 Wirteln von Staminodien. — Vergr. Original.

14. Familie: **Myrtaceae**[135]. (Abb. 479.) Von allen anderen *Myrtales* durch den regelmäßigen Besitz von lysigenen rundlichen Öldrüsen

[134]) Brandis D. in E. P., III. 7, S. 106, 1893; Nachtr. III, S. 240; Nachtr. IV., S. 214. — Heiden H., Anat. Charakt. d. *Comb.* Dissert. Erlangen, 1892. — Holtermann C., Anat. d. *Comb.* Vidensk. Selsk. Forh., 1893, nr. 12. — Engler A. u. Diels L., *Combret.* in Engler A., Monograph. afrik. Pflanzenfam. etc., III u. IV, 1899. — Lefèbre G., Contrib. à l'ét. anat. et pharm. d. Combr. Trav. d. lab. mat. med. Paris, 1905.

[135]) Niedenzu F. in E. P., III. 7, S. 57, 1893; Nachtr. III, S. 247; Nachtr. IV, S. 214. — Lutz Ch., Oblit.-schizog. Sekretbeh. d. Myrt. Bot. Zentralbl., 1895, IV. — Maiden J. H., A critic. revis. of the gen. *Eucalypt.* I—IV, Sydney 1903—1918. — Peckolt Th., Heil- und Nutzpfl. Brasil. Ber. d. d. pharm. Ges., 1903. — Barbosa-Rodriguez J., Myrtacées du Paraguay rec. p. M. Hassler, 1903. — Morgana M., Fillotassi flor. di *Tristania conf.* Bull. ort. bot. Napoli, I., 1903. — Porsch O., Über einen neuen Entleerungsapp. inn. Drüs. Öst. bot. Zeitschr., LIII., 1903. — Tieghem Ph. v., Sur l. g. *Gaslondia* et *Psiloxylum.* Ann. sc. nat., Bot., 8. sér., XIX., 1904. — Willy G., Beitr. z. Anat. der Myrtifl. mit bes. Berücks. d. Lythrac. Diss. Breslau, 1905. — Scotti L., Contrib. alla biol. floral. d. *Myrtiflorae.* Ann.

(ätherisches Öl) in den Geweben verschieden, daher häufig stark duftend und mit durchscheinend punktierten Blättern. Holzpflanzen mit meist gegenständigen, immer nebenblattlosen Blättern. Kelch und Korolle 4- bis 5blättrig, Staubgefäße zahlreich, manchmal zu Bündeln verwachsen.

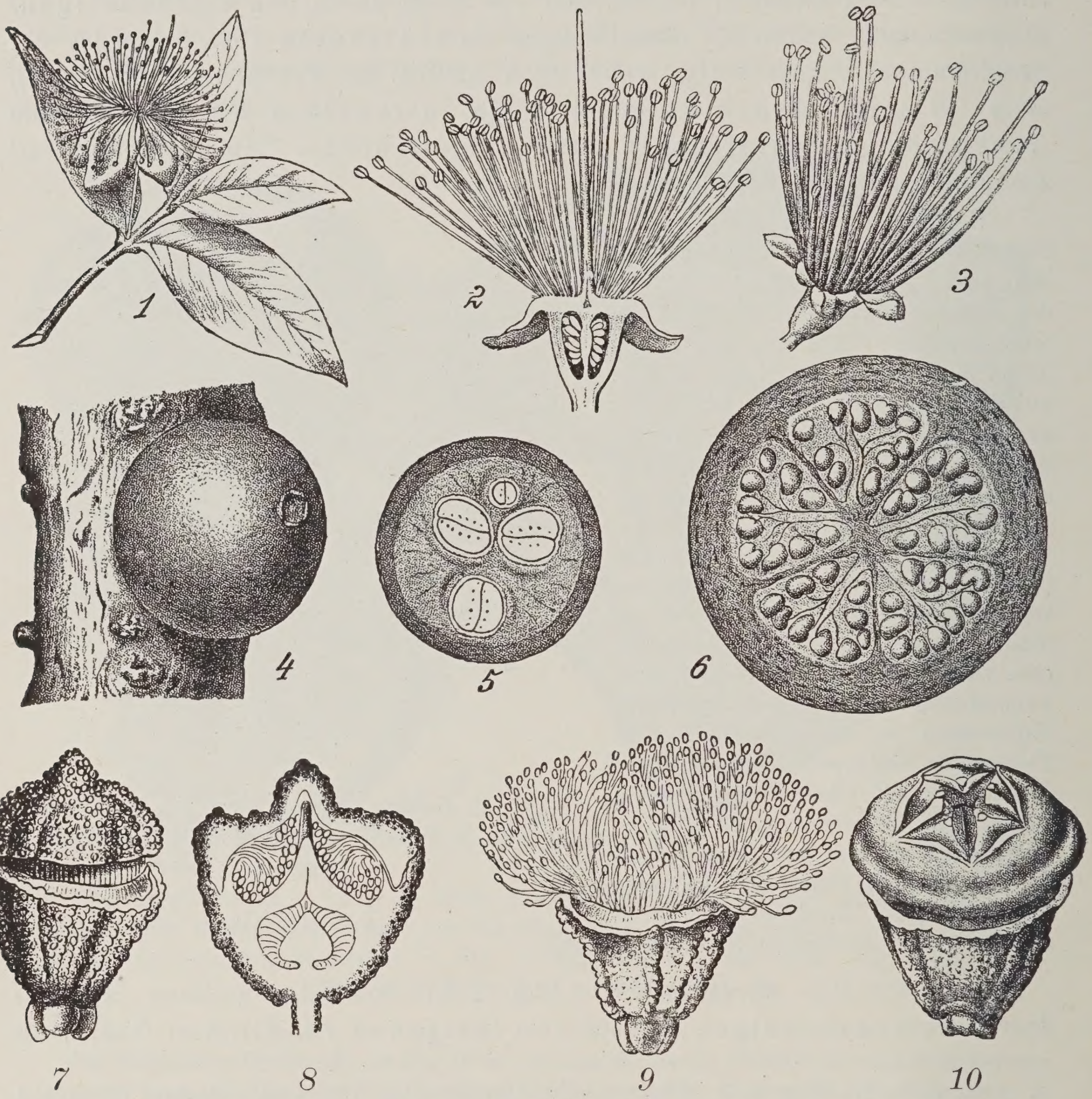


Abb. 479. *Myrtaceae*. — Fig. 1. Blüte von *Myrtus communis*. — Fig. 2. Dieselbe längs durchschn. — Fig. 3. Blüte von *Metrosideros albiflora*. — Fig. 4. Reife Frucht von *Myrciaria cauliflora*. — Fig. 5. Dieselbe quer durchschn. — Fig. 6. Frucht von *Psidium Guajava*, quer durchschn. — Fig. 7—10. *Eucalyptus globulus*; Fig. 7 Blütenknospe; Fig. 8 dieselbe längs durchschn.; Fig. 9 Blüte; Fig. 10 Frucht. — Fig. 1, 4—10 nat. Gr., 2, 3 etw. vergr. — Fig. 7—10 nach Vogtherr, 1—6 Original.

Fruchtknoten ganz mit der hohlen Blütenachse verwachsen, also unterständig oder wenigstens tief versenkt, 1- bis vielfächerig. Beeren, Kapseln, Steinfrüchte, Schließfrüchte. — Intraxyläres Phloëm.

di Bot., VI., 1907. — Robinson C. B., A prelim. revis. of Philipp. *Myrtaceae*. Philipp. Journ. of Sc., C. Bot., IV., 1909. — Graves W., Studies in *Eucalyptus*. S. Louis 1910.

Große formenreiche Familie mit Hauptverbreitung in den Tropen, vielfach wesentliche Bestandteile von Formationen bildend. Die Verwandtschaft der *Myrtaceae* mit den 4 vorhergehenden Familien ist geradeso unverkennbar wie die mit den 2 folgenden. Die hier gewählte Anordnung der 7 Familien entspricht aber nicht einer entwicklungsgeschichtlichen Reihe, es handelt sich vielmehr um verschiedenartige Ausgliederungen desselben Typus. Über den Bestäubungsvorgang fehlen genaue Untersuchungen. Besuch der Blüten durch Insekten und Vögel ist sichergestellt. Erhöhung der Auffälligkeit der Blüten häufig durch lebhafte Färbung der Filamente (*Metrosideros*, *Calothamnus*, *Callistemon* u. a.), durch petaloide Involukralblätter der Infloreszenz (*Darwinia*); beachtenswert sind ferner mehrfach vorkommende fleischige Blumenkronblätter, die von besuchenden Tieren verzehrt werden (*Myrrhinium*, *Orthostemon*). Miteinander verwachsene, als Kappe abfallende Kelchblätter bei *Eucalyptus*. Blattdimorphismus bei *Eucalyptus globulus* und verwandten Arten[136]).

A. **Myrtoideae.** Früchte beeren- oder steinfruchtartige Scheinfrüchte. — *Myrtus*. Einzige europäische Art der Familie ist die im Mediterrangebiete verbreitete *M. communis* mit mehreren Rassen. Häufig als Zierpflanze kultiviert, besonders in kleinblättrigen Formen. Myrtol wird durch Destillation aus den Blättern gewonnen. Die Blüten und Früchte von *M. Pseudocaryophyllus* (Südamerika) kommen als „mexikanisches Piment" (Gewürz) in den Handel. — *Pimenta officinalis* (Zentralamerika). Die Früchte („Neugewürz", „Nelkenpfeffer", „Piment", „Piment von Jamaika") finden als Gewürz vielfach Anwendung. Noch allgemeiner ist die Verwendung der „Gewürznelken", der Blütenknospen von *Caryophyllus aromaticus* (= *Eugenia caryophyllata*) (Molukken), welche auch zur Darstellung des „Nelkenöles" dienen. — *Psidium*-Arten liefern kleinen Äpfeln oder Birnen gleichende, genießbare Früchte, weshalb sie in den Tropen viel kultiviert werden, besonders *P. Guajava* mit mehreren Kulturrassen (tropisch. Amerika), deren Früchte als „Guayaven" bekannt sind, dann *P. Araca* (Südamerika) u. a. m. — Andere Obst liefernde und darum in den Tropen kultivierte Myrtaceen sind: *Myrciaria Jaboticaba*, *M. cauliflora*, *M. trunciflora* (Brasilien), deren kirschenähnliche Früchte den Stämmen dicht aufsitzen („Jaboticaben"), dann *Eugenia uniflora*, *E. edulis* (Südamerika) u. a.

B. **Leptospermoideae.** Früchte kapselartig oder nußartig. — *Eucalyptus*. Artenreiche Gattung, besonders in Australien. Viele mächtige und raschwüchsige Bäume, die wegen dieser Eigenschaften in tropischen und subtropischen Gebieten viel gepflanzt werden, so *E. amygdalina* (Stämme bis zu 150 *m* hoch und 30 *m* Stammumfang) und *E. globulus* (beide auch im europäischen Mediterrangebiet kultiviert). Der Anbau dieser Arten hängt auch mit ihrer die Verbreitung der Malaria hemmenden Wirkung (daher „Fieberheilbaum") zusammen, die wohl in erster Linie auf der Einwirkung des Eukalyptusöles auf die Malaria-Mücken beruht. — *Melaleuca Leucadendron* (Australien, malayisches Gebiet) liefert das „Oleum Cajeputi". — Als Zierpflanzen werden in wärmeren Gebieten und sonst in Gewächshäusern nicht selten kultiviert Arten der Gattungen *Calothamnus* (Australien), *Callistemon* (Australien) u. a. — „Australisches Kino" liefern zahlreiche *Eucalyptus*-Arten, ebenso Gerberrinden. — Viele technisch verwertete Hölzer, so „Eisenhölzer" von *Metrosideros*-Arten, „Gumtree", „Eisenrindenholz" etc. von *Eucalyptus*-Arten.

15. Familie: **Punicaceae**[137]). (Abb. 480.) Den Myrtazeen sehr nahe stehend, verschieden durch den Mangel der Öldrüsen in den vegetativen Organen und durch die Plazentation. Holzpflanzen mit aktinomorphen Blüten, 7- bis 8zähliger Korolle und ebensolchem Kelche, zahlreichen Staubgefäßen. Gynöceum fast frei oder mit der Blütenachse verwachsen. Plazentation anfangs zentralwinkelständig, basilär, später (wenn mehrere

---

[136]) Vgl. darüber u. a. Diels L., Jugendf. u. Blütenreife. Berlin 1906.
[137]) Niedenzu F. in E. P., III. 7, S. 22, 1892.

Fruchtknotenblattwirtel vorhanden sind, nicht bei allen) parietal. Beerenartige Scheinfrüchte mit saftigen Samenschalen.

Bei der nur wildwachsend bekannten *Punica Protopunica* (Sokotra) besteht das Gynöceum aus einem Blattwirtel. Die Samenanlagen stehen anfangs zentralwinkelständig und rücken bei der Fruchtreife auf die Fläche der Fruchtknotenblätter hinauf (Abb. 480, Fig. 1 und 2). Bei der seit alter Zeit kultivierten *P. Granatum* tritt unterhalb dieses Fruchtblattwirtels ein zweiter (zuweilen noch ein dritter), zumeist wenigergliedriger auf, in dem die Plazenten zentralwinkelständig bleiben oder auch ± an der Wand der Fruchtknotenblätter hinaufrücken (Fig. 3).

Punica Granatum, der Granatapfelbaum, im östlichen Mittelmeergebiet und Vorderasien wild, sehr häufig in wärmeren Gebieten kultiviert und oft verwildert; als Zierpflanze (rote Blüten), auch mit gefüllten Blüten allgemein gezogen. Die saftigen Samenschalen sind genießbar. Medizinisch verwendet werden die Wurzelrinde („Cortex radicis Granati") und die Fruchtschalen („Cortex fructus Granati").

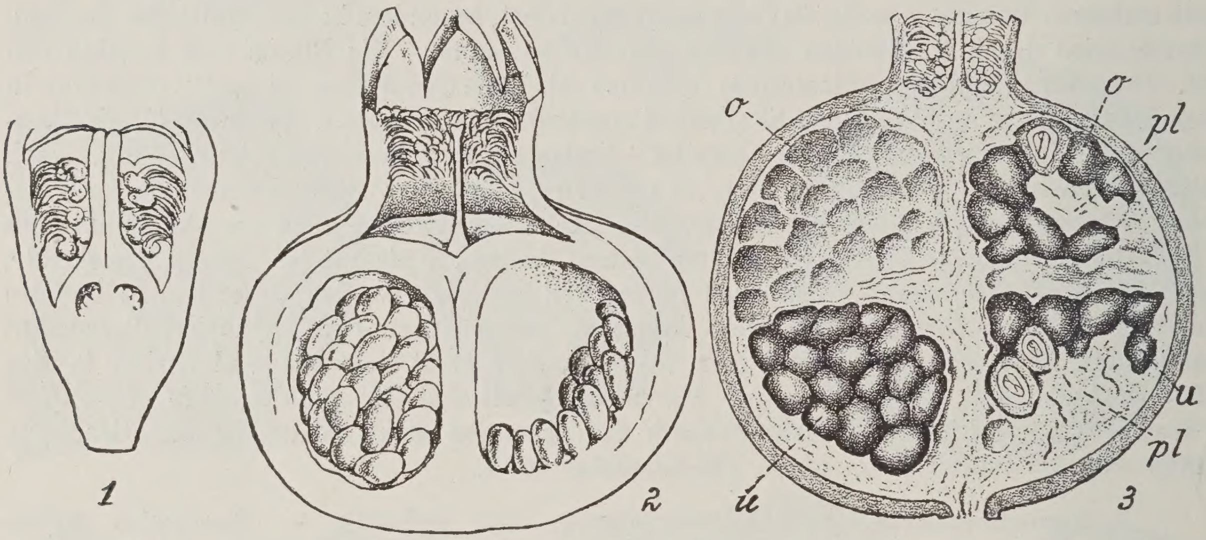


Abb. 480. *Punicaceae*. Fig. 1. Basaler Teil der Blüte, Fig. 2 Frucht von *Punica Protopunica*, längs durchschn. — Fig. 3. Frucht von *Punica Granatum*, längs durchschn.; *o* Fächer des oberen, *u* des unteren Fruchtknotenblattwirtels, *pl* Plazenten. — Fig. 1 u. 2 etw. vergr., 3 etw. verkl. — Fig. 1 u. 2 nach Balfour, 3 Original.

16. Familie: ***Melastomataceae***[138]). (Abb. 481.) Den Myrtazeen in vielen Merkmalen nahestehend, aber durch eine ganze Reihe von zumeist recht deutlich ausgeprägten Merkmalen von diesen zu unterscheiden und an und für sich zu erkennen: keine Öldrüsen in den vegetativen Organen, Blattspreiten von einigen bogenläufigen Gefäßbündeln durchzogen, die sich deutlich von den übrigen abheben, Staubfäden in der Knospenlage oben nach innen eingeknickt, Antheren mit apikalen Poren, am Grunde mit sehr verschiedenartigen Konnektivanhängseln.

Holzpflanzen oder Kräuter mit gegenständigen, sehr häufig charakte-

---

[138]) Krasser F. in E. P., III. 7, S. 130, 1893; Nachtr. III, S. 247; Nachtr. IV, S. 214. — Stapf O. in Transact. Linn. Soc., IV., 1894. — Ule E. in Ber. d. deutsch. bot. Ges., XIII. u. XIV., 1895 u. 1896. — Pflaum, Anat.-syst. Unters. d. Bl. d. Mel. Diss. München, 1897. — Palezieux Ph. de, Anat.-syst. Unters. d. Bl. d. Melastom. etc. Bull. de l'herb. Boiss., VII., App. V., 1899. — Lagerheim G., Über d. Bestäubungs- und Aussäungseinr. v. *Brachyotum*. Bot. Notis., 1899.

ristisch behaarten Blättern ohne Nebenblätter. Blüten aktinomorph oder schwach zygomorph, meist 4- bis 5zählig. Staubgefäße meist doppelt so viele als Korollblätter. Fruchtknoten ± mit der Blütenachse verwachsen. Kapsel- oder beerenartige Früchte. Intraxyläres Phloëm.

Einzelne *Melastomataceae* sind Wurzelkletterer oder Epiphyten. Bei sumpf-, respektive mangrovebewohnenden Formen Aërenchym in den unteren Stammpartien oder Atemwurzeln. Schlauchartige Bildungen, welche bei mehreren Gattungen (*Tococa*, *Majeta*, *Myrmidone* u. a.) an den Blattflächen oder Blattstielen vorkommen, werden als Anpassungen

Abb. 481. *Melastomataceae*. — Fig. 1. Bl. von *Monochaetum meridense*. — Fig. 2. Dieselbe längs durchschn. — Fig. 3. Bl. von *Centradenia grandifolia*. — Fig. 4. Blatt v. *Tibouchina imperatoris*. — Fig. 5. Diagramm einer *Tibouchina*-Bl. — Fig. 6 u. 7. Staubgefäße v. *Centradenia grandifolia*. — Fig. 8. Staubgefäß v. *Dicellandra Barteri*. — Fig. 9. Staubgefäß v. *Triolena scorpioides*. — Fig. 8 u. 9 nach Krasser in E. P., das übrige Original.

an den Ameisenbesuch (Myrmekophilie) aufgefaßt. Anisophyllie mehrfach. Zweifellos größtenteils insektenblütig, doch wurde auch Blütenbesuch durch Kolibri beobachtet. In vielen Fällen stehen die Konnektivanhängsel mit der Nektarproduktion im Zusammenhang. Auffallender Farbenwechsel der Korollblätter bei *Tibouchina*-Arten. Der Dimorphismus der Antheren bei einigen Formen (z. B. *Heterocentron*) dürfte mit dem Insektenbesuch zusammenhängen (Beköstigungsantheren und Befruchtungsantheren?). Verschiebung der zentralwinkelständigen Plazenten auf die Fläche der Fruchtknotenblätter (analog wie bei den *Punicaceae*) kommt vor.

Formenreiche Familie der Tropen und Subtropen, besonders in Südamerika, wo ihre Vertreter wesentliche Bestandteile von Formationen sind. Besonders artenreiche Gattungen: *Tibouchina* (tropisch. Amerika), *Medinilla* (indo-malayisch, Afrika), *Leandra* (tropisch. Amerika), *Miconia* (tropisch. Amerika) u. a. Wenig Nutzpflanzen. Als Zierpflanzen (in extratropischen Gebieten in Gewächshäusern) werden besonders Arten von *Medinilla*, *Lasiandra*, *Centradenia*, *Monochaetum* u. a. gezogen, ferner die buntblättrigen „Bertolonien", das sind Arten der Gattungen *Gravesia* (Madagaskar), *Sonerila* (indo-malayisch), *Bertolonia* (Brasilien) und Hybriden zwischen Arten dieser Gattungen.

17. Familie: ***Oenotheraceae***[139]). (Abb. 482 und 483.) Vorherrschend Kräuter oder Stauden. Blattstellung wechselnd. Nebenblätter fehlend oder unscheinbar. Blüten aktinomorph oder zygomorph; Kelch und Korolle

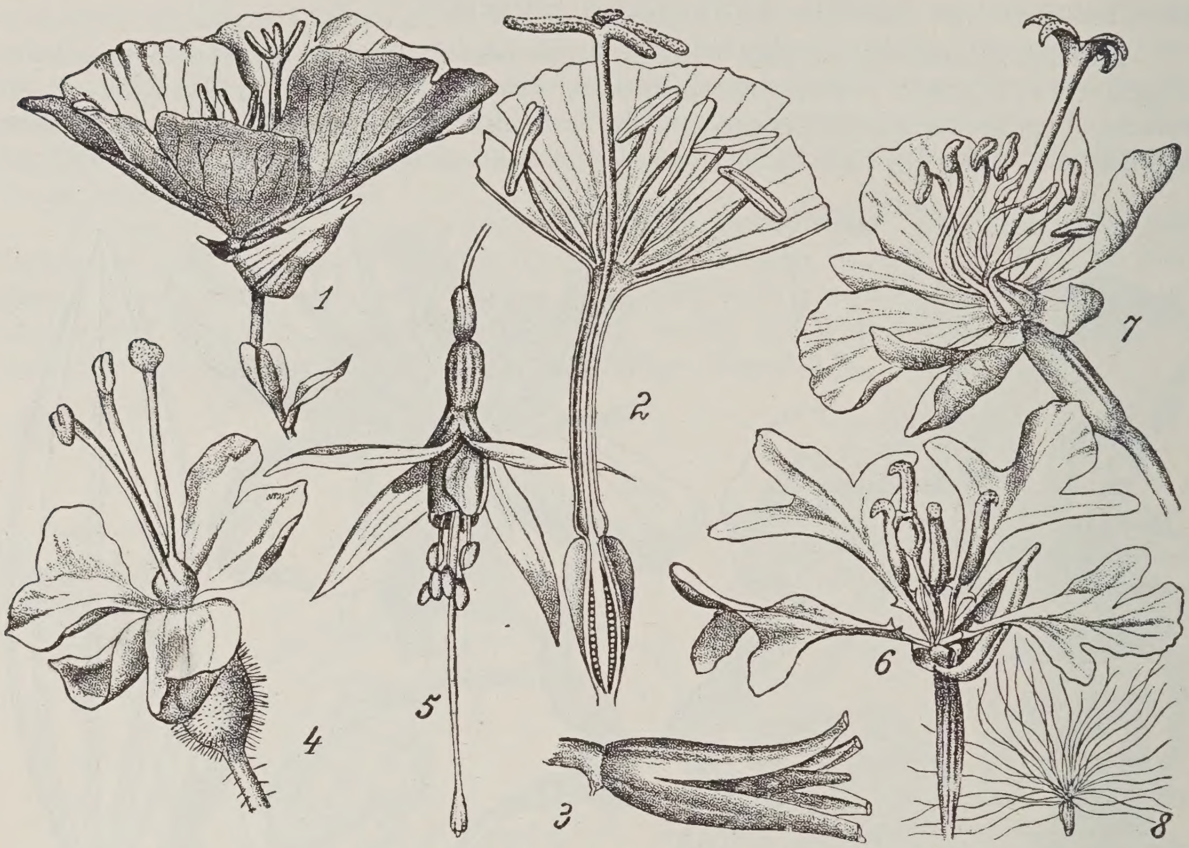


Abb. 482. *Oenotheraceae.* — Fig. 1. Blüte v. *Oenothera odorata.* — Fig. 2. Innerer Teil derselben im Längsschn. mit Weglassung des Kelches. — Fig. 3. Frucht v. *Oe. biennis.* — Fig. 4. Bl. v. *Circaea lutetiana.* — Fig. 5. Bl. v. *Fuchsia gracilis.* — Fig. 6. Bl. v. *Clarkia pulchella.* — Fig. 7. Bl. v. *Chamaenerion angustifolium.* — Fig. 8. Samen davon. — Fig. 1 u. 3 nat. Gr.. die anderen etw. vergr. — Original.

am häufigsten 4zählig. Staubgefäße meist doppelt so viele wie Blumenkronblätter, doch auch weniger. Pollen einfach oder in Tetraden. Frucht-

139) Raimann R. in E. P., III. 7, S. 199, 1893; Nachtr. III, S. 249. — Trelease W., Revis. of the Am. spec. of *Epilobium.* Rep. Miss. Bot. Gard., 1891. — Goebel K., Pflanzenbiol. Schild., II., S. 257 u. 305, 1893. — Ramaley Fr., Stem anat. of cert. *Oenother.* Minnesota bot. Stud., Bull. 9., 1896. — Parmentier P., Rech. anat. et taxinom. s. l. Oenoth., Ann. sc. nat., sér. 8., tom. III., 1896; Rech. s. l. Epilob. de France, Rev. gén. d. bot., VIII., 1896. — Small J. K., *Oenothera* and the segreg. Bull. of Torr. Bot. Cl., XXIII., 1896. — Léveillé H., Monogr. d. genre *Onothera,* Le Mans 1902—1905; Bull. acad. int. geogr. bot., XVIII. u. XIX., 1908 u. 1909; Monogr. synth. et iconogr. de genre *Epilobium,* Bull. acad. int. geogr. bot., XV., 1906, XVI., 1907 u. XVII., 1907, Iconogr. d. g. *Epilobium.* Le Mans 1910—1911. — Beer, On the developm. of the pollengrain and anther of some Onagr. Beih. bot. Zentralbl., Abt. 1., XIX., 1906. — Hitrovo V., Sur l'hist. et la biol. d. *Trapa n.* Mem. Soc. Nat. Kiew, XX., 1905. — Modilewski J., Zur Embryobild. v. ein. *O.* Ber. d. d. bot. Ges., XXVII., 1909. — Täckholm G., Beob. üb. d. Samenentw. einig. *Onagr.* Sv. bot. Tidskr., IX., 1915. — Forsaith C. C., Pollen steril. in rel. of the geogr. distrib. etc., Bot. Gaz., 62., 1916. — Ischikawa R. M., Stud. on the embryos. and fertiliz. in *Oenothera.* Ann. of Bot., XXXII., 1918.

knoten 2- bis 6fächerig, ganz mit der Blütenachse verwachsen und unterständig, selten *(Trapa)* teilweise frei. Blütenachse zumeist über den Fruchtknoten hinaus stark verlängert und lebhaft gefärbt. Kapseln, beerenartige Früchte oder Nüsse. Intraxyläres Phloëm.

Lianen in der Gattung *Fuchsia.* Aërenchym an den basalen Stammteilen und Atemwurzeln bei Arten der Gattungen *Jussieua* (Abb. 483) und *Oocarpon.* Auffallendes sekundäres Wachstum der basalen Teile der Kotyledonen bei *Oenothera* u. a. Insektenbestäubung und Autogamie. In bezug auf Filament- und Griffel-Länge dimorphe Blüten bei *Oenothera*-Arten. Bekannt ist das bei einbrechender Dunkelheit erfolgende Öffnen der Blüten von *Oenothera* („Nachtkerze"). Kleistogame Blüten bei *Boisduvalia* u. a. Blütenbesuch durch Kolibri bei *Fuchsia*-Arten. Parthenokarpie bei *Fuchsia.* Von Verbreitungsmitteln der Samen ist insbesondere die Behaarung derselben bei *Epilobium* und *Chamaenerion* (Chalaza behaart) und die hakenborstigen Früchte von *Circaea* hervorzuheben. Im Embryosacke der meisten *Oenotheraceae* fehlen die Antipoden und der untere Polkern (4kerniger Embryosack).

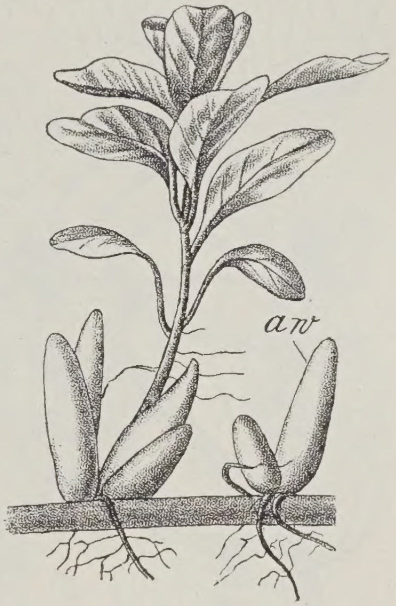


Abb. 483. *Oenotheraceae.* — Sproßstück von *Jussieua repens* mit Atemwurzeln (*aw*). — Nat. Gr. — Nach Goebel.

A. Kapselfrüchte. — *Epilobium.* Artenreiche Gattung, über weite Gebiete der Erde (exklusive Tropen) verbreitet. Häufige europäische Arten: *E. hirsutum, E. parviflorum* u. a.; *E. luteum* (Nordamerika) hat gelbe Blüten. — *Chamaenerion.* Von voriger durch zygomorphe Blüten wenig verschieden. *Ch. angustifolium,* Weidenröschen, und *Ch. palustre,* beide sehr verbreitet. — *Oenothera* (Nord- und Südamerika), *Oe. biennis* seit dem 17. Jahrhundert in Europa und gegenwärtig allgemein eingebürgert; wird hie und da wegen der genießbaren Wurzeln (als Rapontika) gebaut. *Oe. Lamarckiana* diente H. de Vries zu seinen für die Begründung der Mutationslehre wichtig gewordenen Versuchen[140]) (Abb. 9 u. 10). *Oe. grandiflora, Oe. longiflora, Oe. odorata* hie und da als Zierpflanzen kultiviert. — *Gaura biennis* (südl. Nordamerika, Mexiko), *Clarkia elegans* und *C. pulchella* (Nordamerika) beliebte Zierpflanzen. — *Jussieua* (Südamerika), *Ludwigia* (hauptsächlich Nordamerika, 1 Art [*L. palustris*] auch in Südeuropa).

B. Beerenfrüchte. — *Fuchsia.* Artenreiche Gattung in Zentral- und Südamerika, einige in Neuseeland. Viele Arten und Hybriden beliebte Zierpflanzen („Fuchsien"), so z. B. *F. gracilis, F. macrostemma, F. splendens, F. globosa, F. fulgens* u. a.

C. Nußartige Früchte. — *Circaea,* Hexenkraut. Blüten 2zählig. Mehrere Arten der nördlich gemäßigten Zone, so *C. lutetiana* (Europa, Asien, Amerika), *C. alpina* u. a.

Von allen anderen Oenotheraceen weicht die Gattung *Trapa,* Wassernuß (Abb. 484 und 485), in mehrfacher Hinsicht ab. Wasserpflanzen mit schwimmenden (blasig aufgetriebene Blattstiele, adhärierende Blattunterseiten) Rosetten assimilierender Blätter. Fruchtknoten 2fächerig, aber Frucht nur 1fächerig und 1samig. Frucht steinfruchtartig, mit bald sich ablösender fleischiger Hülle und zurückbleibender steinharter Schale, die in 2—4 lange Dorne (Kelchblätter) ausgeht. Die Spitzen der Dorne besitzen meist zurückgekrümmte

---

[140]) Vries H. de, Mutationstheorie, 1901—1903. — Die prinzipielle Wichtigkeit der Pflanze hat zahlreiche experimentelle und cytologische Untersuchungen angeregt, über welche das zusammenfassende Werk von E. Lehmann, Die Theorien der *Oenothera*-Forschung, Jena 1922, berichtet; vgl. speziell das Literaturverzeichnis auf S. 505—516. — Vgl. ferner: Oehlkers F., Vererbungsvers. an Oenotheren, II. Zeitschr. f. ind. Abst. u. Vererb., XXXI., 1923. — Vries H. de, Üb. d. Mutab. v. *Oen. Lam.* A. a. O., 1923.

Haken (freigewordene Sklerenchymstränge), welche das Verankern der Frucht im Schlammgrunde begünstigen. Die untergetauchten Stengelteile sind nur anfangs beblättert, später

Abb. 484. *Trapa natans.* — Fig. 1. Oberer Teil der Pflanze. — Fig. 2. Blüte. — Fig. 3. Fruchtknoten, längs durchschn. — Fig. 4. Frucht, längs durchschn., c_1 und c_2 die beiden Kotyledonen. — Fig. 5. Keimling, c_1 und c_2 wie in Fig. 4, *h* Hypokotyl. — Fig. 6. Keimpflanze, weiter entwickelt, Buchstaben wie bei Fig. 5. — Fig. 7. Längsschn. durch ein Laubblatt mit der „Schwimmblase". — Fig. 1 u. 6 etw. verkl., 4, 5 u. 7 nat. Gr., 2 u. 3 etw. vergr. — Fig. 4 nach Goebel, die übrigen Original.

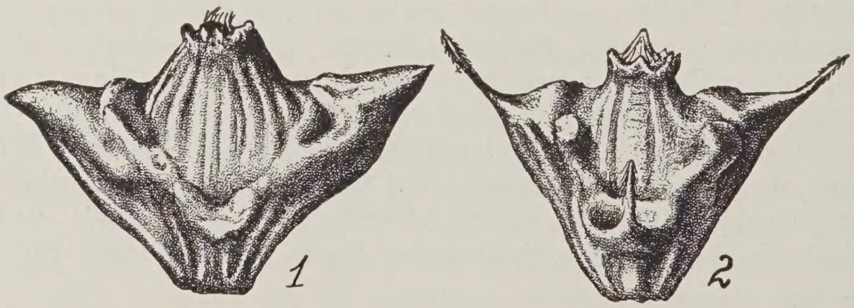


Abb. 485. Fig. 1. Frucht v. *Trapa verbanensis.* — Fig. 2. Frucht v. *Trapa natans.* — Nat. Gr. — Original.

mit quirlig angeordneten, verzweigten Wurzeln besetzt. Über die Keimung vgl. Abb. 484, Fig. 4—6. Da die Gattung nicht bloß durch den Bau der vegetativen Organe und der Blüten, sondern auch durch den des Embryosackes (8kernig, Entstehung aus der ungeteilten Embryo-

sackmutterzelle) von den anderen *Oenotheraceae* stark abweicht, wäre die Abtrennung als Repräsentant einer eigenen Familie (*Hydrocaryaceae*) berechtigt.

Trapa natans in Europa und Asien, besonders in den wärmeren Teilen, war früher allgemeiner verbreitet; viele subfossile Vorkommnisse. Samen genießbar. Früchte sehr formenreich. *T. verbanensis* in Südeuropa und *T. bispinosa* (tropisches Asien) mit 2dornigen Früchten.

18. Familie: **Halorrhagidaceae**[141]). (Abb. 486, Fig. 1 bis 3.) Krautige oder halbstrauchige Pflanzen mit verschiedener Blattstellung (häufig gegenständig oder quirlig), viele Wasserpflanzen. Keine Nebenblätter. Blüten zwitterig oder eingeschlechtig, meist unscheinbar. Kelch und Korolle 2- bis 4zählig oder fehlend. Staubgefäße 2 bis 8. Fruchtknoten unterständig, 2- bis 4fächerig, jedes Fach mit einer Samenanlage. Griffel der Fruchtblattzahl entsprechend. Frucht eine 1- bis 4samige Schließfrucht oder kapselartig oder in 2—4 Nüßchen zerfallend. Kein intraxyläres Phloëm.

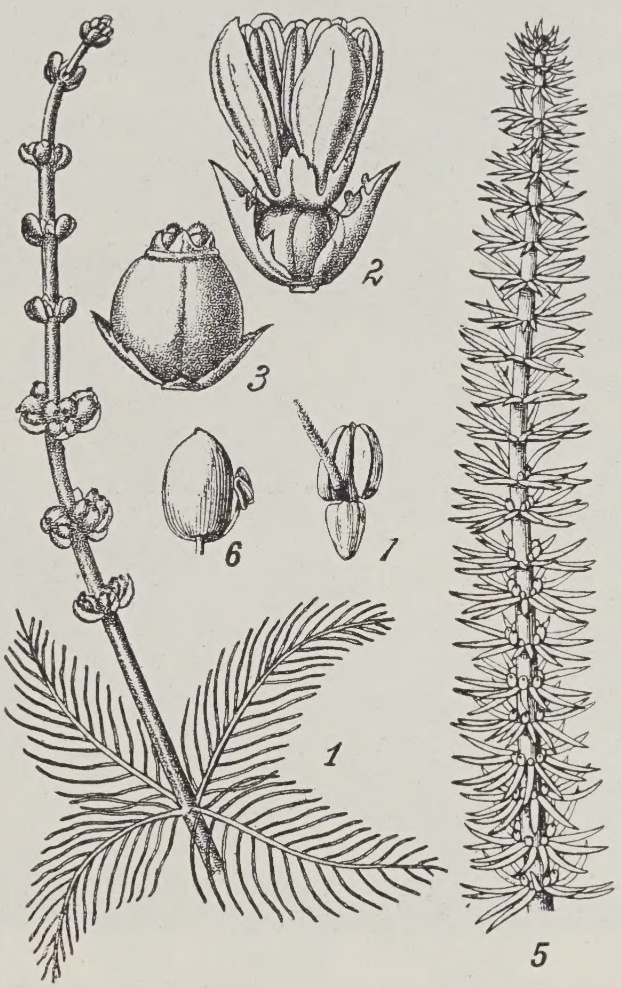


Abb. 486. *Halorrhagidaceae* (Fig. 1—3) und *Hippuridaceae* (Fig. 5—7). — Fig. 1. Endstück eines blühenden *Myriophyllum*-Sprosses. — Fig. 2. Blüte, Fig. 3 Frucht von *M. elatinoides*. — Fig. 5—7. *Hippuris vulgaris*; Fig. 5 oberster Teil eines blühenden Sprosses; Fig. 6 Frucht; Fig. 7 Blüte. — Fig. 5 nat. Gr., alle and. vergr. — Fig. 2—3 nach Schindler, 1, 5—7 Original.

Die Zugehörigkeit der Familie zu den *Myrtales* ist kaum zweifelhaft; sie enthält vereinfachte Formen, bei deren Entwicklung die Anpassung an das Wasserleben und die Anemogamie mitgespielt haben dürften. Die genetische Ableitung von einer bestimmten Familie der *Myrtales* ist allerdings nicht möglich; am nächsten stehen die *Halorrhagidaceae* den *Oenotheraceae* und *Lythraceae*.

Bei den wasserbewohnenden Arten häufig Dimorphismus der Blätter; Reduktion aller Blätter bei *Myriophyllum tenellum*. Infloreszenzen meist ährenförmig, endständig. Vorherrschend Anemogamie, nur selten Entomogamie. Verbreitung der Früchte durch Wind oder durch das Wasser (Lufträume zwischen Blütenachse und Fruchtwand).

Hauptverbreitung auf der südlichen Hemisphäre, dort (besonders Australien) die artenreiche Gattung *Halorrhagis*; viele Landpflanzen. — Weit verbreitet *Myriophyllum*, durchwegs Wasser- oder Sumpfpflanzen, in Europa u. a. *M. verticillatum* und *M. spicatum*, Tausendblatt. — *Proserpinaca* (Nordamerika).

[141]) Petersen O. G. in E. P., III. 7, S. 226, 1893; Nachtr. III, S. 249. — Schindler A. K., *Halorrh.* in Engler A., Das Pflanzenreich, 23. Heft, 1905 u. d. dort zit. Literatur. — Britten J., Notes on *Halorrh.* Journ. of Bot., 45., 1907.

19. Familie: **Gunneraceae**[142]. (Abb. 487.) Von den *Halorrhagidaceae* habituell auffallend verschieden: ausdauernde Stauden mit breiten gestielten Blättern und mit rispenförmigen Infloreszenzen. Weitere Unterschiede: Fruchtknoten einfächerig, Frucht steinfruchtartig, Embryo sehr klein.

Gunnera, verbreitet auf der südlichen Hemisphäre, besonders in Australien und Südamerika. — Im Stamme kein Gefäßbündelring, sondern ein Netzwerk von Bündeln. Schleimdrüsen an den Blättern (Drüsenhaare) und Stämmen (große endogen angelegte Gewebe,

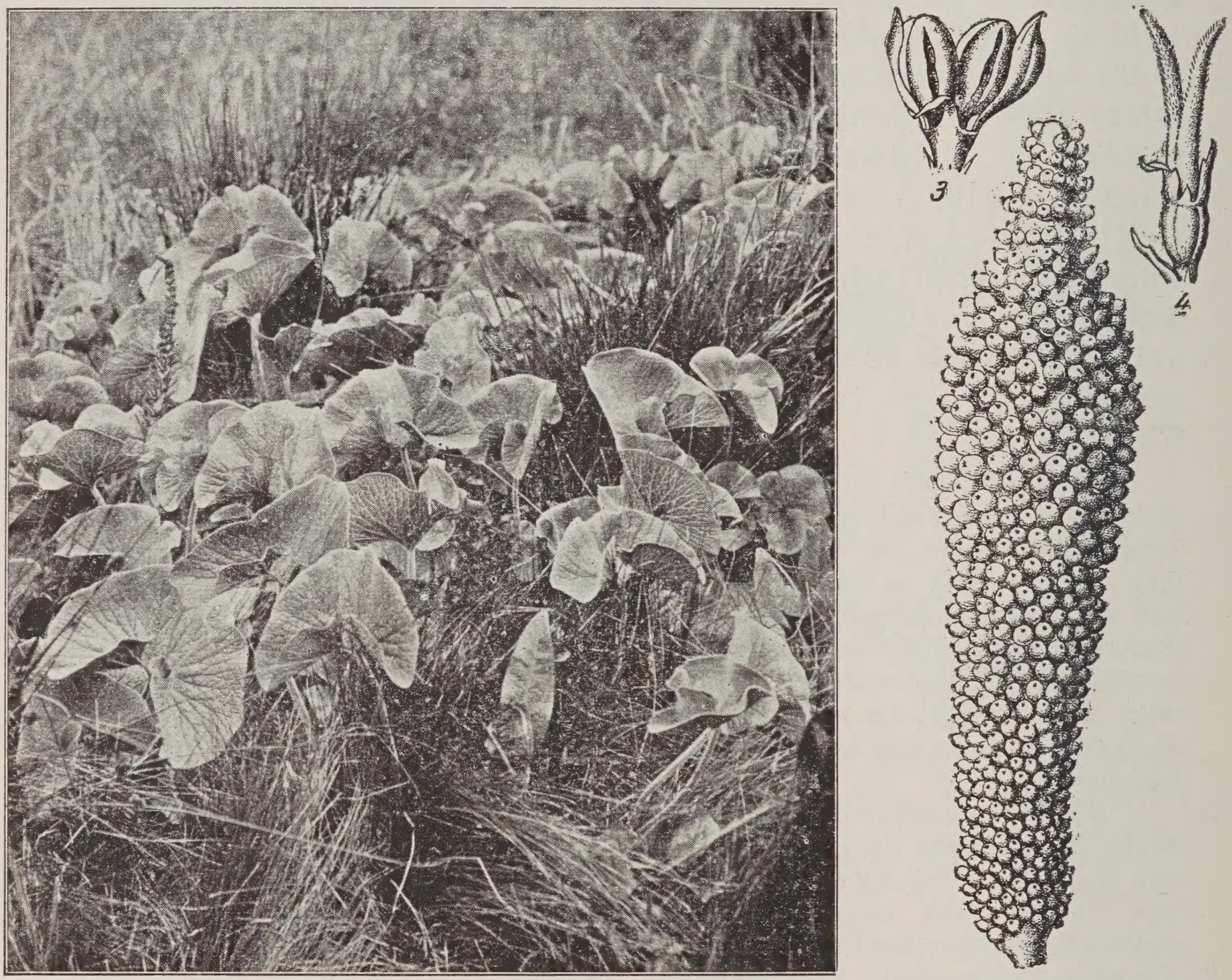


Abb. 487. *Gunneraceae*. — Fig. 1. *Gunnera perpensa* am Van Reenen-Paß in Natal. — Fig. 2. Ast des Fruchtstandes von *G. chilensis*. — Fig. 3 ♂, Fig. 4 ♀ Blüte von *G. cordifolia*. — Fig. 1 verkl., 2 etwas vergr., 3 u. 4 stärker vergr. — Fig. 1 nach Original von J. Brunnthaler, Fig. 2 Original, Fig. 3 u. 4 nach Schindler.

die schließlich nach außen durchbrechen). In dem Schleim der letzteren finden sich sehr häufig *Schizophyceae* (*Nostoc*, *Chroococcus*), die nach Verschluß der Schleimlücke auch ins Innere des Rindenparenchyms gelangen. Apogamie (ob Parthenogenese?). Sechzehnkerniger Embryosack.

[142]) Petersen u. Schindler, a. a. O. (vgl. S. 701). — Schnegg H., Beitr. zur Kenntn. d. Gattung *Gunnera*. Flora, 1902. — Modilewski J., Zur Embryobild. v. *Gunnera chil.* Ber. d. d. Bot. Ges., Bd. XXVI a, 1908. — Reimnitz J., Morph. u. Anat. v. *G. magellanica*. Diss. Kiel, 1909. — Samuels J. A., Etudes s. l. developm. d. sac embr. etc. du *G. macrophylla*. Arch. f. Zellforsch., VIII., 1912.

Anhang.

Familie: ***Hippuridaceae***[143]). (Abb. 486, Fig. 5 bis 7.) Sumpf- oder Wasserpflanzen mit quirligen Blättern. Blüten ohne Perianth mit 1 Staubgefäß und einem 1blättrigen, 1fächerigen Fruchtknoten. Steinfrucht. Samenanlagen mit 1 Integument.

Die systematische Stellung der Familie ist durchaus ungeklärt. Sie wurde lange zu den Halorrhagidaceen oder in deren Nähe gestellt. Schindler u. Juel haben die Unmöglichkeit dieser Zuteilung erwiesen und letzterer warf die Frage auf, ob die Familie überhaupt zu den Dialypetalen gehört. Warming betont die große Übereinstimmung mit den *Cornaceae* und bringt diese in nahe Beziehungen zu den *Caprifoliaceae*.

Hippuris vulgaris, Tannenwedel, weit verbreitet.

24. Reihe. *Columniferae.*

Holzpflanzen, seltener krautig, mit wechselständigen Blättern, mit Nebenblättern. Blüten in der Regel zwitterig und aktinomorph, meist

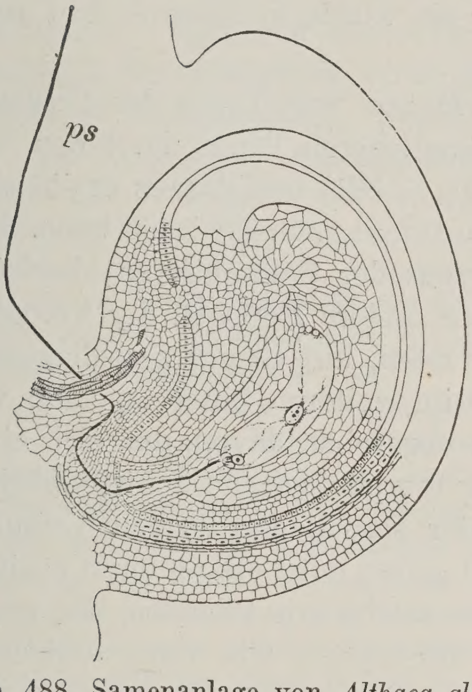


Abb. 488. Samenanlage von *Althaea glabriflora* im Momente der Befruchtung (Längsschnitt). *ps* Pollenschlauch. — Etwas schemat. — Nach Original v. J. Brunnthaler.

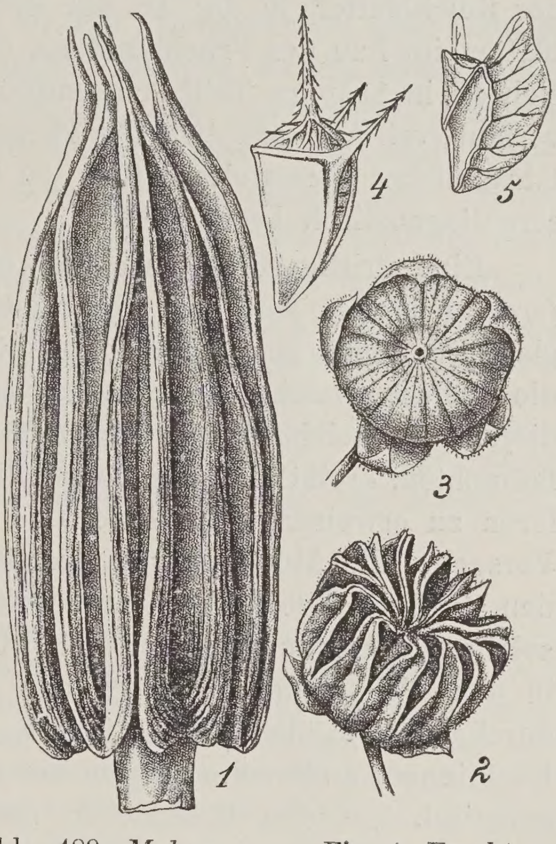


Abb. 489. *Malvaceae*. — Fig. 1. Frucht v. *Hibiscus esculentus*. — Fig. 2. Fr. v. *Abutilon venosus*. — Fig. 3. Fr. v. *Althaea cannabina*. — Fig. 4. Teilfr. v. *Pavonia spinifex*. — Fig. 5. Teilfr. v. *P. Planchetiana*. — Fig. 1 nat. Gr., 2—5 etw. vergr. — Fig. 4 u. 5 nach Schumann, 1—3 Original.

---

143) Petersen O. G., a. a. O.; Nachtr. III, S. 249. — Schindler A. K., Die Abtrennung der Hippuridaceen von den Halorrhagaceen; Bot. Jahrb., XXXIV., 1904. — Kniep H., Sur le point veget. de la tige de l'*Hippuris*. Ann. sc. nat., Bot., sér. 8., t. XIX., 1900. — Juel O., *Cynomorium* u. *Hippuris*. Sv. bot. Tidskr., 1910; Stud. üb. d. Entw. v. *H. vulg.*

5zählig, mit Kelch und Korolle. Ersterer in der Knospenlage klappig, letztere gedreht. Die Staubgefäße lassen sich auf zwei Kreise zurückführen, wovon der äußere häufig ± rückgebildet ist, während im inneren zumeist eine bedeutende Vermehrung der Glieder eintritt. Sehr oft sind die Staubgefäße mit den Filamenten zu einem oder zu mehreren Bündeln verbunden. Fruchtknoten oberständig, synkarp.

Von histologischen Eigentümlichkeiten der Reihe sei insbesondere das häufige Vorkommen verzweigter vielzelliger Trichome, das Vorhandensein von Schleimzellen oder Schleimlücken in den verschiedensten Geweben hervorgehoben, endlich das Querschnittsbild der Bastteile in den Achsen, welche nach außen sich auffallend verschmälern.

Die hieher gehörenden Familien zeigen einerseits auffallende morphologische Beziehungen zu den *Tricoccae,* anderseits zu den Familien der folgenden Reihen *(Gruinales, Terebinthales, Celastrales, Rhamnales).* Die Beziehungen zu den *Tricoccae* äußern sich unter anderem in der Knospenlage der Kelchblätter, in der Art der Behaarung, in dem Vorkommen der Nebenblätter, im Bau des Fruchtknotens, dessen Fächer häufig eineiig sind und der sich oft in 1samige Teilfrüchte auflöst, endlich im endotropen Pollenschlauchverlauf (vgl. Abb. 488)[144]). Die Übereinstimmung mit den *Tricoccae* scheint auf tatsächlicher Verwandtschaft[145]) zu beruhen; sie wurde in neuester Zeit auch sero-diagnostisch bestätigt[146]).

Eine strittige Frage ist dabei, ob die *Tricoccae* vom Typus der *Columniferae* abzuleiten sind oder den relativ ursprünglicheren Typus darstellen. Ich glaube das letztere annehmen zu müssen (vgl. S. 591) und daraus ergibt sich die Stellung, welche ich in diesem Buche den *Tricoccae* angewiesen habe. Für diejenigen, welche die *Tricoccae* als vom Typus der Columniferen abgeleitet betrachten, ergibt sich die Notwendigkeit, eine andere Herkunft der Kolumniferen zu erweisen. Hoeffgen und Mez glaubten, auf Grund sero-diagnosti-Versuche die Ableitung von den *Parietales* im weiteren Sinne, speziell von den *Resedaceae* vornehmen zu können. Ganz abgesehen davon, daß sich einer solchen Ableitung geradezu unüberbrückbare morphologische Schwierigkeiten in den Weg stellen, ist auch der Ausfall der sero-diagnostischen Versuche durchaus nicht überzeugend. Die Resedaceen gaben mit Columniferen positive Reaktionen, anderseits zeigten sie aber auch solche mit Pflanzen, die gewiß genetisch mit den Resedaceen nichts zu tun haben, wie Campanulaceen, Aizoaceen u. a., während die Columniferen mit anderen „*Parietales*“, wie *Bixaceae, Cistaceae, Capparidaceae, Cruciferae* usw. negativ reagierten.

N. Act. r. soc. scient. Upsal., Ser. IV, Vol. 2, 1911. — Warming E., Observ. s. l. val. syst. d. l'ovule. Kopenhagen 1913.

[144]) Ein solcher kommt nach den Untersuchungen J. Brunnthalers bei einer größeren Anzahl von *Columniferae* vor.

[145]) Vgl. Delpino F., Applic. d. nuovi crit. p. l. classific. delle piante. III. Mem. d. R. Accad. d. Sc. di Bologna, sér. IV, tom. X, 1890.

[146]) Hoeffgen F., Sero-diagn. Unters. üb. d. Verw. innerh. d. Columnif.-Astes. Arch. f. Bot., I., 2., 1922.

Die Verwandtschaft der *Columniferae* mit den *Gruinales, Terebinthales, Celastrales* und *Rhamnales* erscheint morphologisch und sero-diagnostisch belegt. Bemerkenswert ist das allgemeine Vorkommen von zellulärer Endospermbildung.

Wenn ich mich gegenüber der 2. Auflage dieses Handbuches zu der Umstellung der Reihen in dem Sinne entschloß, daß ich die *Rosales* und die mit ihnen verwandte Reihe der *Myrtales* unmittelbar an die *Guttiferales* anschließe und dann erst die mit den Columniferen beginnende Reihengruppe (Reihe 24 bis 28) folgen lasse, so geschah dies, um die von *Polycarpicae* ableitbaren Reihen (19—23) im Zusammenhange zu besprechen und diesen die von den *Tricoccae* ableitbaren Reihen geschlossen gegenüberzustellen.

Die systematische Zusammengehörigkeit der vier im folgenden zuerst behandelten Familien unterliegt keinem Zweifel; im allgemeinen fällt die Abgrenzung der Familien gegeneinander sogar schwer. In jeder Familie wiederholen sich analoge Typen; vielleicht wäre eine Familieneinteilung nach anderen Gesichtspunkten als den bisher üblichen möglich.

1. Familie: **Malvaceae**[147]. (Abb. 488 bis 490.) Holzpflanzen oder krautige Pflanzen mit häufig „handnervigen", gelappten Blättern. Blüten einzeln oder in zymösen Infloreszenzen, aktinomorph, oft mit „Außenkelch". Staubgefäße nur selten 5, meist zahlreich und mit den Filamenten „verwachsen". Antheren monothezisch, d. h. mit 2 Pollensäcken. Fruchtknoten 3- bis vielblättrig, synkarp; jedes Fach mit 1 bis vielen, zentralwinkelständigen Samenanlagen. Frucht kapselartig oder in Teilfrüchte zerfallend.

Die fertilen Staubgefäße gehören durchwegs dem epipetalen Kreise an, die des episepalen Kreises sind rudimentär oder fehlen ganz. Kelch nicht selten synsepal. Die Kronblätter hängen häufig am Grunde zusammen. Sternhaare häufig. Die Bestäubung erfolgt bei den meisten *Malvaceae* durch Vermittlung von Insekten, welche durch im Blütengrund sezernierten Honig angelockt werden; bei *Abutilon*- und *Hibiscus*-Arten wurde Besuch durch Kolibri, beziehungsweise Honigvögel beobachtet. Bei *Pavonia*- und *Malvastrum*-Arten auch kleistogame Blüten.

Über alle Erdteile verbreitet, größte Artenzahl in den Tropen.

A. Frucht eine Kapsel (**Gossypieae**). — *Gossypium*, Baumwollpflanze (Abb. 490). Außenkelch aus 3 sehr großen und breiten Blättern bestehend. Samenschale dicht von langen, 1zelligen Haaren (Baumwolle) bedeckt, die kaum als Flugapparat fungieren. Mehrere Arten werden in zahlreichen Kulturformen gezogen; wie es bei alten Kulturpflanzen so häufig ergeht, ist die Zurückführung dieser Formen auf bestimmte wildwachsende Arten sehr schwer; die Schwierigkeit wird in diesem Falle erhöht durch das häufige Vorkommen von Hybriden. Zumeist werden die Kulturformen auf 4 Arten zurückgeführt: *G. barbadense* und *G. peruvianum*, deren Heimat Amerika ist, *G. hirsutum* und *G. herbaceum*, die in der

[147]) Schumann K. in E. P., III. 6, S. 30, 1890; Nachtr. III, S. 211; Nachtr. IV, S. 196. — Kuntze G., Vergleich. Anatom. der Malvac. Bot. Zentralbl., 1891, I., S. 161ff. — Hochreutiner B. P. G., *Malvaceae* novae in Ann. d. Conserv. bot. Genève, VI., 1902, ferner mehrere Arbeiten desselben Verf., a. a. O., 1900ff. — Guignard L., La double fécond. chez l. Malv. Journ. d. Bot., XVIII., 1904. — Friedel J., Rech. anat. s. l. pist. d. Malv. Ass. Fr. Avanc. Sc., 36. Sess. Reims, 1907. — Falqui C., Staurogen. e filog. di alc. M. Cagliari 1907. — Fries R. E., Entw. ein. Monogr. d. Gttg. *Wissadula* u. *Pseudabutilon*. Kgl. Svenska Vet. Ak. Handl., 1908. — Hill A. W., A revis. of the gen. *Nototriche*. Trans. Linn. Soc. London, 2., Bot., VII., 1909. — Koernicke M., Üb. d. extrafl. Nect. einig. *Hibiscus*. Flora, N. F., XI., 1918.

Alten Welt heimisch sind[148]). Demgegenüber hat Watt ungefähr 29 Arten mit 42 Formen unterschieden[149]). Hauptproduktionsgebiete von Baumwolle sind Nordamerika (Südstaaten), Westindien, Brasilien, Ostindien, China, Ägypten. Am weitesten in extratropische Gebiete geht *G. herbaceum* (hier als 1jährige Pflanze kultiviert). — *Hibiscus.* Außenkelch meist aus mehreren bis zahlreichen schmalen Blättern bestehend. *H. Rosasinensis*, beliebte Zierpflanze der Tropen mit großen, zumeist roten Blüten (zahlreiche Kulturformen); *H. syriacus* (Orient), viel gezogener Zierstrauch der extratropischen Gebiete;

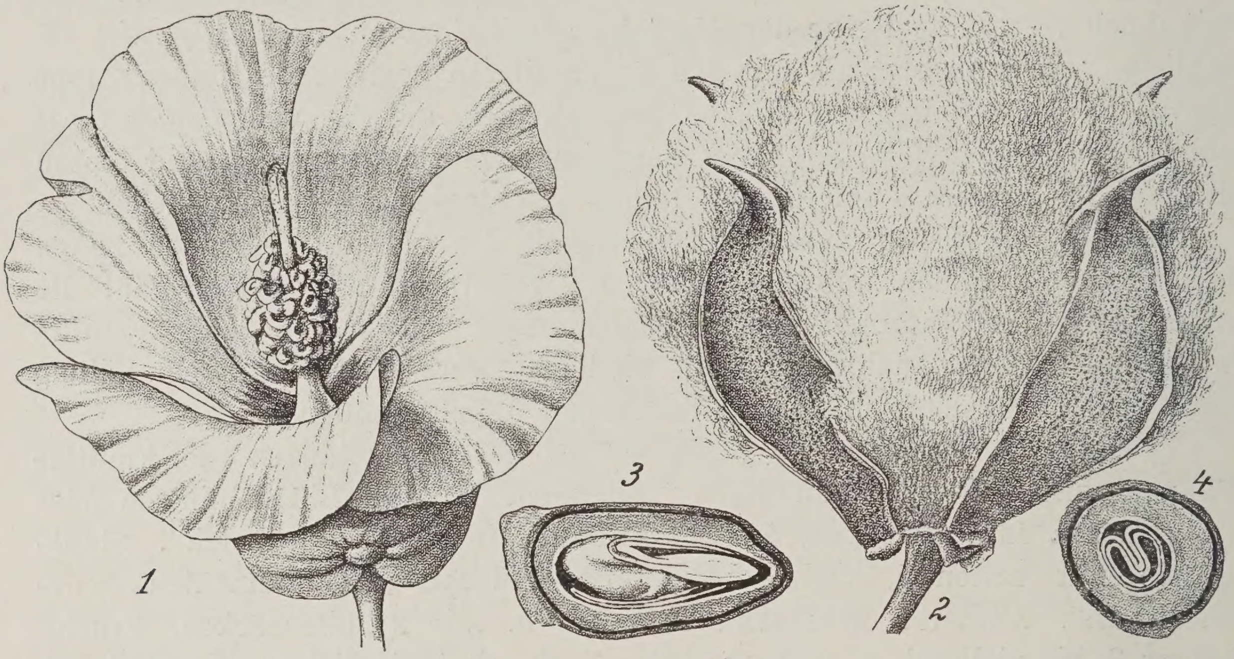


Abb. 490. *Malvaceae.* — Fig. 1. Blüte von *Gossypium religiosum.* — Fig. 2—4 *G. peruvianum*; Fig. 2 aufgesprungene Kapsel, Fig. 3 u. 4 Längs- und Querschn. d. d. Samen. — Fig. 1 u. 2 nat. Gr., 3 u. 4 vergr. — Original.

H. cannabinus (tropisch. Asien), liefert Bastfasern („Gambohanf"); *H.* (*Abelmoschus*) *esculentus* (Ostindien, vgl. Abb. 489, Fig. 1), „Gombo", wird in den Tropen und Subtropen viel kultiviert, besonders der Früchte halber, die unreif ein Gemüse liefern, während die Samen als Kaffeesurrogat, die Blätter und Wurzeln medizinisch verwendet werden; *H. Abelmoschus* (= *Abelmoschus moschatus*) (Ostindien) liefert die „Bisamkörner" (Parfümerie).

B. Frucht eine Spaltfrucht, in 5 einsamige Früchtchen zerfallend. Doppelt so viel Griffeläste als Fruchtknotenblätter **(*Ureneae*)**. — *Pavonia* und *Urena* mit oft widerhakigen Teilfrüchten (Abb. 489, Fig. 4 u. 5), *U. lobata* liefert Textilfasern.

C. Frucht mit kapselartig sich öffnenden Fächern (Abb. 489, Fig. 2) oder in Schließfrüchte zerfallend (Abb. 489, Fig. 3); im letzteren Falle so viel Griffeläste als Fruchtknotenblätter **(*Malveae*)**. — *Abutilon.* Außenkelch fehlt. *A. Darwini* (Südamerika), *A. striatum* (Mexiko), in Gewächshäusern häufig kultiviert. — *Althaea.* Außenkelch 6- bis 9spaltig. *A. officinalis* (Europa, Asien), Eibisch, liefert die medizinisch verwendeten „Folia Althaeae" und „Radix Althaeae". *A. rosea* (Orient) wird als „Pappelrose", „Stockrose", mit sehr verschieden gefärbten Blüten häufig in Gärten gezogen; die braunschwarz gefärbten Petalen der f. *nigra* werden zum Färben (z. B. des Weines) verwendet. — *Malva.* Außenkelch 3blättrig. *M. silvestris*, Käsepappel (Europa), liefert die schleimhaltigen, medizinisch verwendeten „Flores Malvae" und „Folia Malvae"; *M. pusilla* ist die am weitesten nach Norden vor-

[148]) Vgl. darüber Parlatore, Le specie dei cotoni. Firenze 1861. — Alliota A., Rivista critica d. gen. *Gossypium.* Portici 1903. — Über die Baumwolle selbst vgl. J. Wiesner, Rohstoffe des Pflanzenreiches, 2. Aufl. II., S. 233. 1903.

[149]) Watt G., The Wild and Cultivated Cotton Plants. London 1907.

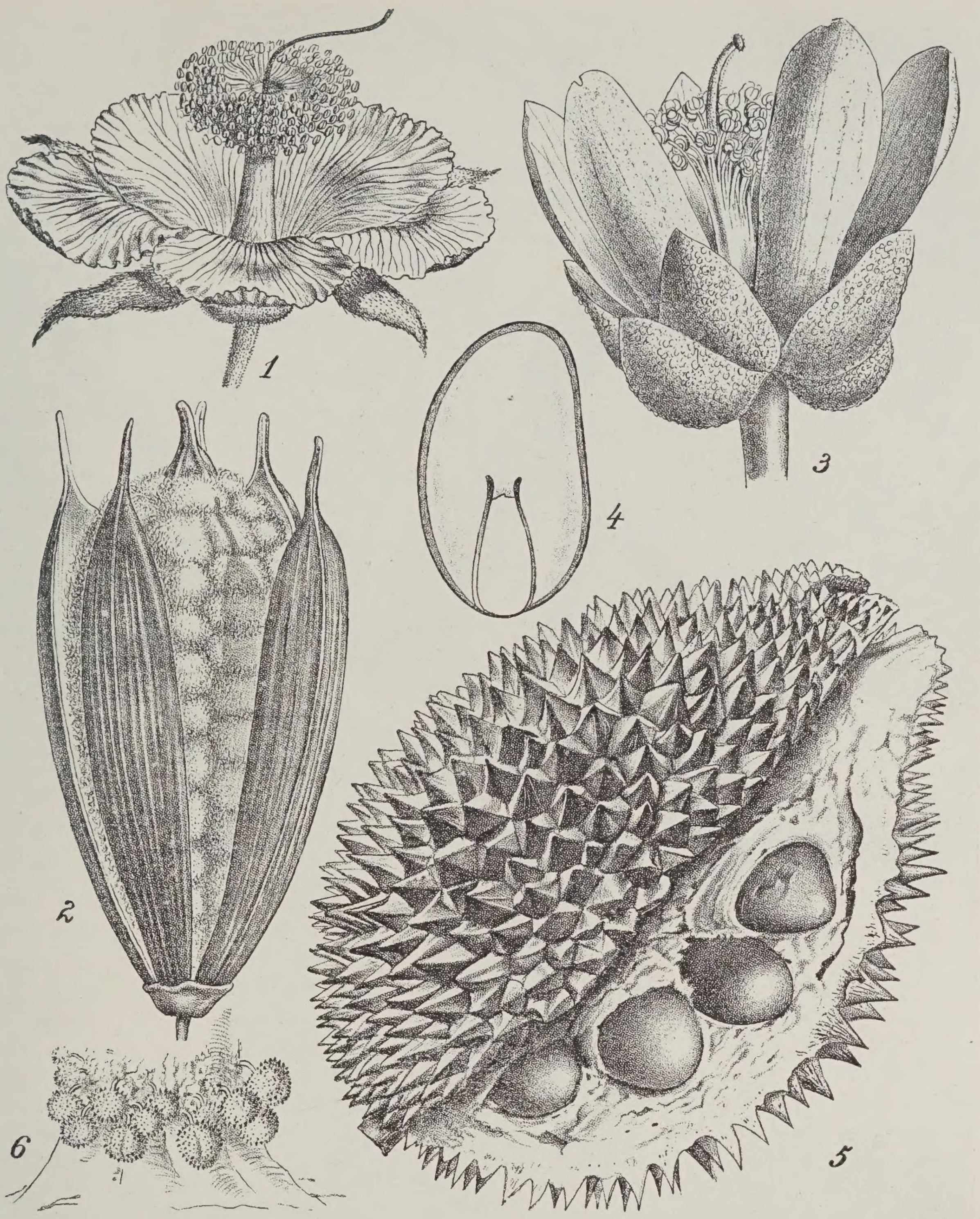


Abb. 491. *Bombacaceae.* — Fig. 1. Blüte v. *Adansonia digitata.* — Fig. 2. Fr. v. *Ceiba pentandra.* — Fig. 3. Blüte v. *Durio affinis.* — Fig. 4 u. 5. *D. zibethinus*; Fig. 4 Längsschn. d. d. Samen, Fig. 5 Frucht, z. T. aufgeschnitten. — Fig. 6. Stammbasis v. *D. testudinarum* mit Früchten. — Fig .1 u. 3 etw., 4 stärker vergr., 2 u. 5 etw., 6 stark verkl. — Fig. 1 und 2 nach Baillon, 3, 4, 6 nach Beccari, 5 Original.

dringende Art der ganzen Reihe. — *Lavatera trimestris* (Mediterrangebiet), häufige Zierpflanze. — *Sida retusa* (Indien), Faserpflanze.

D. Frucht in zahlreiche, nicht bloß in einem Wirtel stehende Teilfrüchte zerfallend **(Malopeae)**. — *Malope, Kitaibelia.*

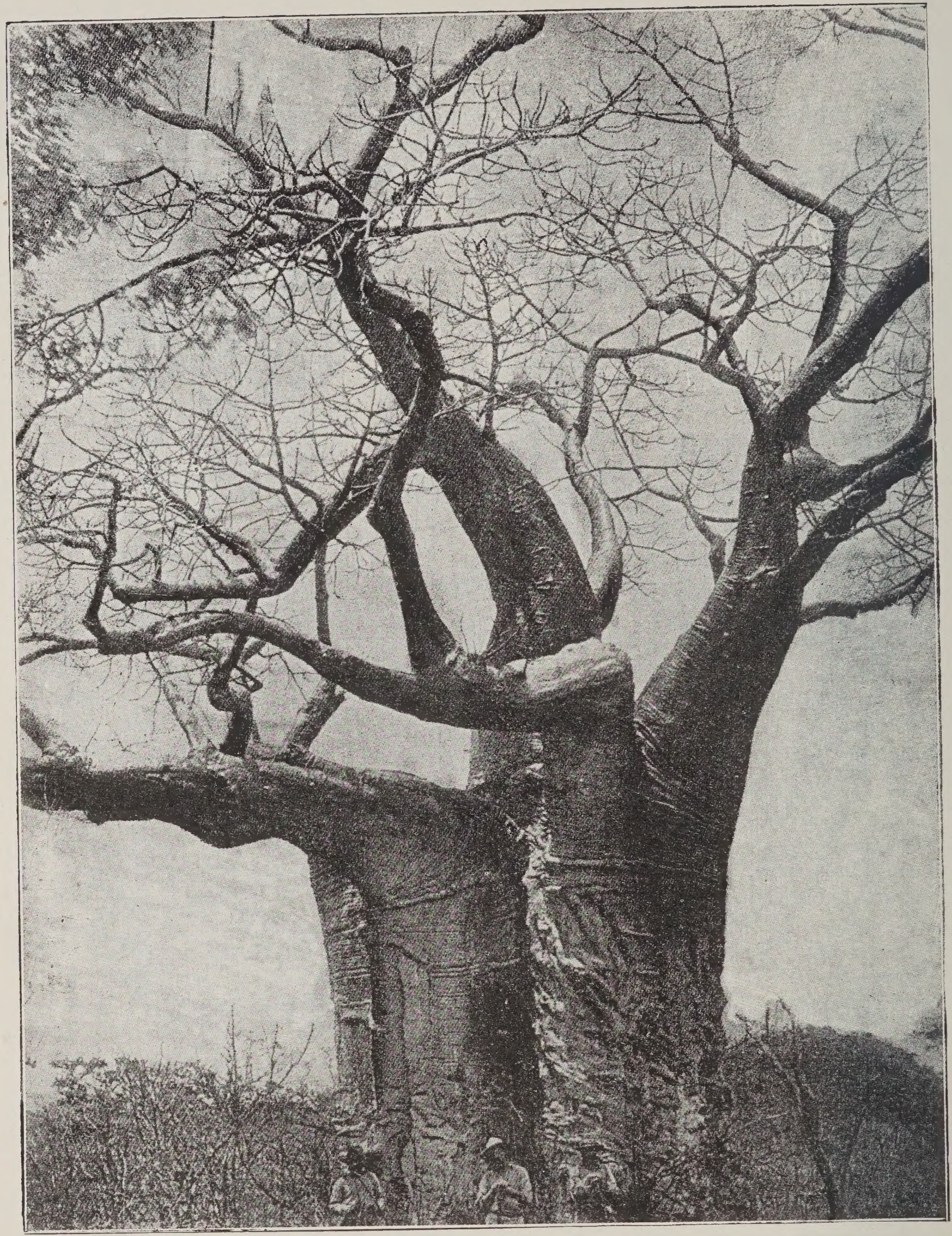


Abb. 492. *Bombacaceae*. — *Adansonia digitata* in Natal, Südafrika. — Nach einer käuflichen Photographie.

2. Familie: **Bombacaceae**[150]). (Abb. 491 und 492.) Den Malvaceen sehr nahestehend; von ihnen insbesondere durch folgende Merkmale verschieden: Vorherrschend Bäume, manchmal mit plumpen, auch geradezu tonnenförmigen Stämmen. Antheren monothezisch oder dithezisch; Vergrößerung

der Pollensackzahl (mehr als 4) oder Verschmelzung aller Pollensäcke kommt vor. Die Korollblätter sind oft außen behaart. Pollenkörner glatt (bei den Malvaceen meist stachelig). Fruchtknoten 2- bis 5fächerig. Kapseln.

Viele *Bombacaceae* sind laubabwerfend (besonders in den Trockenperioden). Auffallend sind die stachelartigen Bildungen an den Stämmen vieler Bombacaceen. *Ceiba Rivieri* ist epiphytisch; bei *Durio* und *Chorisia*-Arten finden sich stammbürtige Blüten (Abb. 491, Fig. 6). Die vielfach sehr großen, lebhaft gefärbten und honigreichen Blüten werden von Insekten und Vögeln besucht.

Tropenbewohner, besonders in Südamerika. — *Adansonia digitata*, der Baobab oder Affenbrotbaum (Afrika) (Abb. 492) ist auffallend durch die dicken Stämme (bis 40 *m* im Umfange) und die gefingerten Blätter. Frucht gurkenförmig, nicht aufspringend, holzig. Das Holz und besonders der Bast finden vielfache Verwendung; die inneren Teile der Frucht sind genießbar. — *Bombax*, *Chorisia* und *Ceiba* (vorherrschend Südamerika) enthalten in den Früchten reichlich Wollhaare, welche nicht vom Samen, sondern von den Fruchtwänden ausgehen und analog wie Baumwolle verwendet werden, aber nicht leicht spinnbar sind. Besonders findet Verwendung die Wolle („Kapok") von *Ceiba pentandra* (*Eriodendron anfractuosum*, „Wollbaum", „Cottontree", vgl. Abb. 491, Fig. 2), die in den Tropen der ganzen Erde sich findet. Auch der Bast mancher Arten findet Verwendung. — *Durio zibethinus* (malayisch. Archipel) besitzt große Früchte (Abb. 491, Fig. 5), deren fleischige Teile übelriechend, aber genießbar und wohlschmeckend sind. Samen mit fleischigem Arillus.

3. Familie: ***Tiliaceae***[151]). (Abb. 493 und 494.) Den beiden vorigen Familien sehr nahe stehend. Antheren niemals monothezisch, sondern dithezisch mit 4 Pollensäcken. Staubgefäße meist zahlreich (seltener 5 bis 10), frei oder nur am Grunde zu 5 bis 10 Bündeln verbunden, manchmal auf einem Androgynophor. Holzpflanzen, seltener krautig. Früchte kapselartig, 1samige Schließfrüchte oder in Teilfrüchte zerfallend.

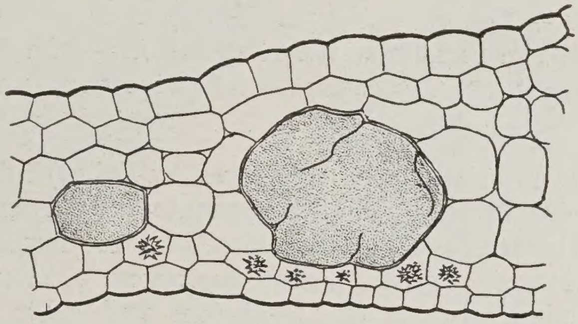


Abb. 493. Querschn. d. ein Kelchbl. von *Tilia* „*europaea*" mit Schleimzelle (links) und Schleimlücke (rechts). — Nach Tschirsch.

Pollenübertragung durch Insekten, welche Honig suchen (bei *Tilia* wird dieser am Grunde der Kelchblätter abgesondert). Widerhakige Behaarung der Früchte (*Triumfetta*, *Sparmannia*) begünstigt Verbreitung durch Tiere, Flügelbildung an den Früchten solche durch Wind. Als Flugorgan fungiert bei *Tilia* ein vergrößertes Vorblatt, bei *Heliocarpus* ein Haarkranz.

Tropisch und extratropisch. — *Tilia*, Linde, mit mehreren formenreichen Arten in den nördlichen extratropischen Gebieten. In Europa am verbreitetsten *T. cordata* (= *T. ulmifolia*), Winterlinde und *T. platyphylla*, Sommerlinde. In den Blüten von *T. tomentosa*, der europäischen Silberlinde (pontisches Gebiet Europas) und von *T. alba*, der

---

[150]) Schumann K. in E. P., III. 6, S. 53, 1890; Nachtr. III, S. 214; Nachtr. IV, S. 200. — Bargagli-Petrucci G., Osserv. anatom.-syst. sulle *Bombacaceae*. Nuov. giorn. bot. ital., XI., 1904. — Hochreutiner B. P. G., Un nouv. Baobab et revis. gen. *Adansonia*. Ann. Cons. Jard. bot. Genève, 1908. — Ulbrich E., System. Glied. u. geogr. Verbr. d. afrik. Art. v. *Bombax*. Bot. Jahrb. f. Syst., IX., 1913.

[151]) Schumann K. in E. P., III. 6, S. 8, 1890; Nachtr. III, S. 211; Nachtr. IV, S. 194. — Sprague T. A. and Hutchinson J., The Triumfettas of Africa. Journ. Linn. Soc. London, XXXIX., 1909. — Burret M., Verwandtschaftsverh. u. Verbr. d. afr. *Grewia*-Arten, Bot. Jahrb. f. Syst. etc., XLIV., 1910; Die afr. Arten d. Gttg. *Grewia*, a. a. O.

amerikanischen Silberlinde (Nordamerika), finden sich 5 blumenblattartige Staminodien. In europäischen Gärten überdies nicht selten kultiviert: *T. pubescens*, *T. americana*, *T. heterophylla* (alle 3 Nordamerika). Die Blätter von *Tilia* sind meist asymmetrisch; die Blüten stehen in Zymen, deren Stiel mit einem der beiden Vorblätter eine Strecke verbunden ist; dieses ist bedeutend vergrößert und zungenförmig und persistiert bei der Fruchtreife (Schutzorgan der Blüten gegen Befeuchtung, Flugorgan). Einsamige Schließfrüchte. Die Blüten mancher *Tilia*-Arten, bes. *T. cordata* u. *T. platyphylla* finden medizinische Verwendung („Flores Tiliae"). Vielfache technische Verwendung des Holzes und des Bastes. — *Corchorus*. Kapseln. Kräuter oder Halbsträucher. *C. capsularis* und *C. olitorius* (beide in

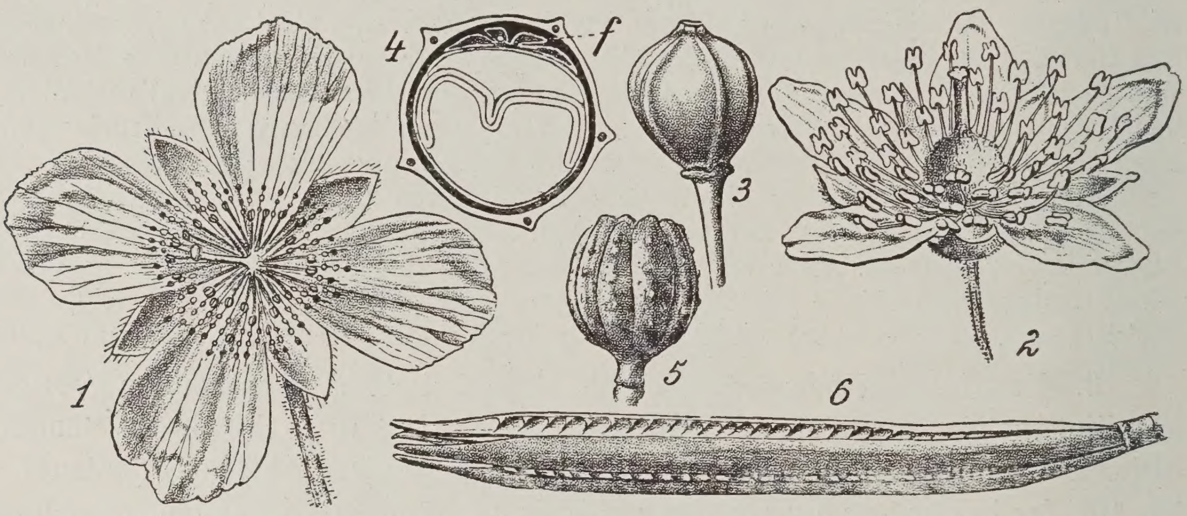


Abb. 494. *Tiliaceae*. — Fig. 1. Blüte von *Sparmannia africana*. — Fig. 2. Blüte von *Tilia* sp. — Fig. 3. Frucht von *Tilia praecox*. — Fig. 4. Querschn. durch die Frucht einer *Tilia*, mit vier verkümmerten Karpiden *f*. — Fig. 5. Frucht von *Corchorus capsularis*. — Fig. 6. Frucht von *C. olitorius*. — Alle Figuren etw. vergr. — Fig. 2 nach Baillon, sonst Original.

Indien heimisch, in den Tropen kultiviert) liefern Jute-Faser, „Kalkuttahanf" (Bastfasern). Beide, besonders der letztgenannte, werden auch als Gemüse gezogen. — *Sparmannia africana* (Zimmerlinde) vom Kap wird in Gewächshäusern häufig kultiviert. Blüte tetramer. Filamente reizbar. Liefert Bastfasern. — *Triumfetta rhomboidea* u. *T. semitriloba*, verbreitete Ruderalpflanzen der tropischen und subtropischen Gebiete, liefern gleichfalls technisch verwertete Bastfasern. — *Heliocarpus americanus* mit Flugfrüchten (dichter Kranz von Fiederhaaren).

4. Familie: **Sterculiaceae**[152]). (Abb. 495 bis 498.) Holzpflanzen oder krautig, einzelne Lianen. Blüten zuweilen $\pm$ zygomorph. Alle Staubgefäße $\pm$ zu einem röhrenförmigen Bündel verbunden, die des äußeren episepalen Wirtels fehlen oder sind staminodial (manchmal petaloid), die des inneren besitzen stets dithezische, extrorse Antheren; ihre Zahl schwankt zwischen 5 und ∞, beträgt aber meist 10, Androgynophor häufig und manchmal von bedeutender Länge. Frucht kapselartig oder in Teilfrüchte zerfallend, meist ursprünglich 5fächerig, mit mehreren Samen in jedem Fache.

---

[152]) Schumann K. in E. P., III. 6, S. 69, 1890; Nachtr. III, S. 214. — Ders., *Sterculiaceae* in Engler A., Monogr. afrik. Pflanzenfam., 1900. — Prain D., *Mansonieae* etc. Journ. Linn. Soc., XXXVII., 1905. — Ulbrich E. in Verh. bot. Vers. Brandenb., L., 1908. — Kuijper J., Die Entwickl. d. weibl. Geschl.-App. bei *Theobroma*. Rec. trav. bot. néerl. XI., 1914.

Bestäubung zweifellos in der Regel durch Vermittlung von Insekten. Selbstbestäubung scheint geradezu ausgeschlossen (kleistogame Blüten wahrscheinlich nur an eigentümlichen, unterirdisch entspringenden Blütensprossen von *Theobroma*)[153]). Heterostylie wurde mehr-

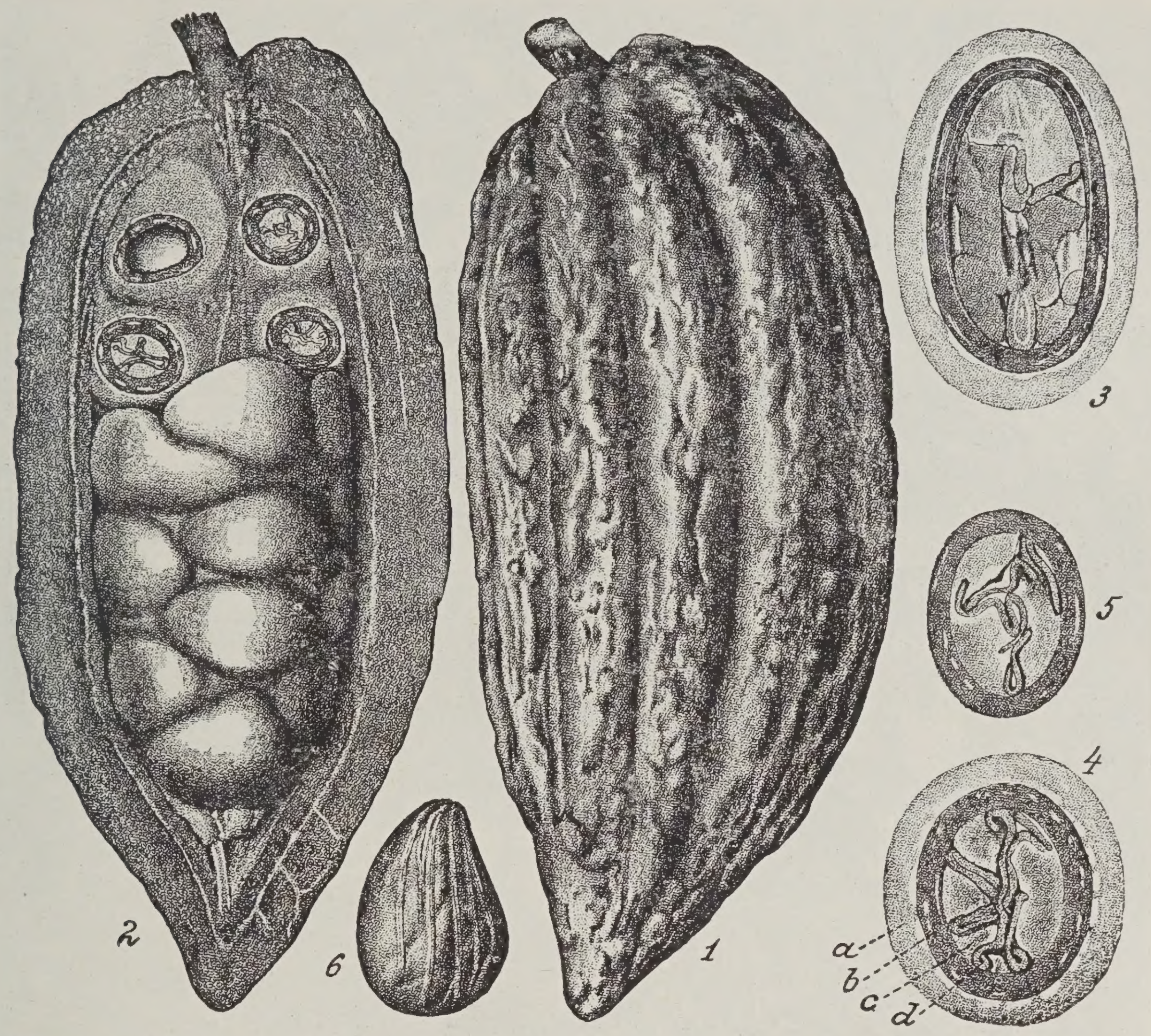


Abb. 495. *Sterculiaceae. Theobroma Cacao*[154]). — Fig. 1. Frucht. — Fig. 2. Dieselbe, oben längs durchschn., unten nach Abhebung der Fruchtschale. — Fig. 3. Samen im Längsschn., *a* fleischige Hülle, *b* Samenschale, *c* Kotyledonen, *r* Radicula. — Fig. 4 u. 5. Samenquerschnitte. — Fig. 6. Trockener Samen. — Fig. 1, 2, 6 etw. verkl., 3—5 vergr. — Original.

fach beobachtet. Eingeschlechtige Blüten bei *Sterculia, Brachychiton* u. a. Stammbürtige Blüten bei *Theobroma* und *Cola.* Mehr als zwei Keimblätter (infolge von Spaltung) häufig bei *Cola.*

Tropisch. — *Theobroma.* Kein Androgynophor. Petalen am Grunde bauchig erweitert. Staminodien petaloid. Frucht lange fleischig bleibend, nicht aufspringend. Baum. *Th. Cacao,* der Kakaobaum (Abb. 495, 496 u. 497), ist im tropischen Amerika heimisch, wird aber überall in den Tropen kultiviert. Die Samen dienen zur Bereitung des Kakao und der Schokolade (Gehalt an Theobromin). Außerdem wird aus ihnen Fett gewonnen: Kakaobutter. Die frischen Früchte sind rot, seltener gelb oder orange. Analoge Verwendung finden

---

[153]) Engler A. in Sitzb. d. preuss. Akad. d. Wissensch. Berlin, 1895.

[154]) Die in Fig. 1 u. 2 dargestellte Frucht stammt aus Java und unterscheidet sich von der anderer Formen (die in Fig. 3—5 dargestellten Samen stammen aus Südamerika) durch die starke Ausbildung des Endosperms in den Samen und durch die dickere Samenschale.

die Samen von *Th. bicolor*, *Th. angustifolia* u. a.[155]). — *Cola*. Blüten eingeschlechtig, apetal. Androgynophor sehr kurz. Balgfrüchte, lang fleischig bleibend. Die Samen („Guru"- oder „Cola"-Nüsse von *C. vera* und *C. acuminata*) (Westafrika) enthalten Thein und Theobromin

Abb. 496. *Sterculiaceae*. — *Theobroma Cacao*, kultiviert auf Ceylon. — Nach einer käuflichen Photographie.

und werden zur Herstellung nervenstärkender und nährender Präparate verwendet („Semina Colae" als Droge). — *Heritiera*. Blüten eingeschlechtig, apetal. Große 1samige Schließfrüchte.

[155]) Vgl. über die kultivierten Arten von *Theobroma* und *Cola* Wildemann E. de, Les plantes tropicales d. gr. culture. Bruxelles 1902.

H. litoralis (Küsten des indischen und pazifischen Ozeans) wird durch Meeresströmungen verbreitet, *H. fomes* mit Bretterwurzeln. — *Firmiana* (Asien, *F. platanifolia* in Südeuropa kultiviert), *Brachychiton* (Australien, *B. populnea* in Südeuropa kultiviert), Bäume mit Balgkapseln. — *Helicteres* (tropisch. Amerika und Asien) mit sehr langem Androgynophor und gedrehten Kapselfrüchten (Abb. 498). — *Dombeya Wallichii* (Madagaskar) mit roten Blüten in großen kopfförmigen Infloreszenzen, häufig in Gewächshäusern kultiviert. — *Fremontia* (Kalifornien) apetal mit korollinischem Kelche.

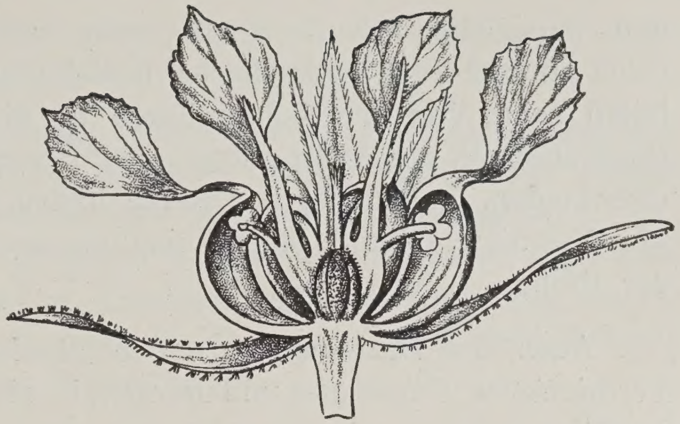


Abb. 497. *Theobroma Cacao.* Blüte durchschn., die lanzettlichen Staminodien und die am Grunde bauchig erweiterten Petalen zeigend. — Vergr. — Nach Schumann.

In die Reihe der *Columniferae* gehört zweifellos die tropische kleine (5.) Familie der **Elaeocarpaceae** welche den *Tiliaceae* besonders nahe steht, sich aber von diesen insbesondere durch den Mangel der Schleimschläuche in den Geweben unterscheidet. — *Elaeocarpus, Sloanea.*

Weniger sicher ist die Zugehörigkeit mehrerer kleiner Familien, so der **Chlaenaceae** (= *Schizochlaenaceae*; von Hallier zu den *Linaceae* gestellt) (Madagaskar), **Gonystylaceae** (indomalayisch), **Scytopetalaceae** (= *Rhaptopetalaceae*, tropisch. Westafrika.)

25. Reihe. *Gruinales.*

Vorherrschend krautige Pflanzen mit einfachen (wenn auch oft ± geteilten), seltener zusammengesetzten Blättern. In den vegetativen Organen fehlen im allgemeinen Sekretbehälter mit Öl, Balsamen oder Harzen, dagegen sind Schleimzellen, besonders in der Blattepidermis häufig. In den Blüten fehlen in der Regel auffallende Diskusbildungen. Die Zahl der Staubgefäße stimmt mit jener der Blumenkronblätter überein oder ist doppelt so groß, seltener größer. Samenanlagen epitrop, mit ventraler Raphe und der Mikropyle nach oben oder mit dorsaler Raphe und der Mikropyle nach unten.

In der hier angenommenen Umgrenzung[156]) ist die Reihe eine recht einheitliche

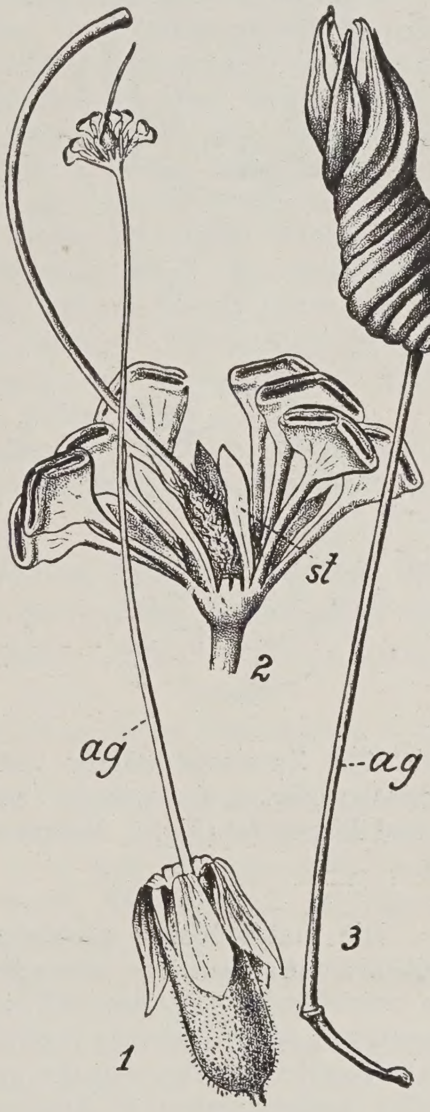


Abb. 498. *Sterculiaceae. Helicteres ovata.* — Fig. 1. Blüte, nat. Gr. — Fig. 2. Andröceum und Gynöceum. — Fig. 3. Frucht. — *ag* Androgynophor, *st* Staminodien. — Original.

[156]) Über die Umgrenzung dieser und der 3 folgen-

und natürliche. Sie schließt sich wohl zweifellos an die Columniferen an und dürfte von dieser, beziehungsweise Vorläufern derselben abzuleiten sein. Von den Columniferen ist die Reihe hauptsächlich durch die Beschaffenheit des Andröceums und durch das Vorherrschen krautiger Formen verschieden. Endglieder der Reihe bilden Formen mit zygomorphen Blüten. Die Familien 1 bis 6 bilden eine engere Verwandtschaftsgruppe innerhalb der Reihe.

Auch die Beziehungen der *Gruinales* zu den folgenden Reihen der *Terebinthales*, *Celastrales* und *Rhamnales* sind unleugbar und sero-diagnostisch bestätigt.

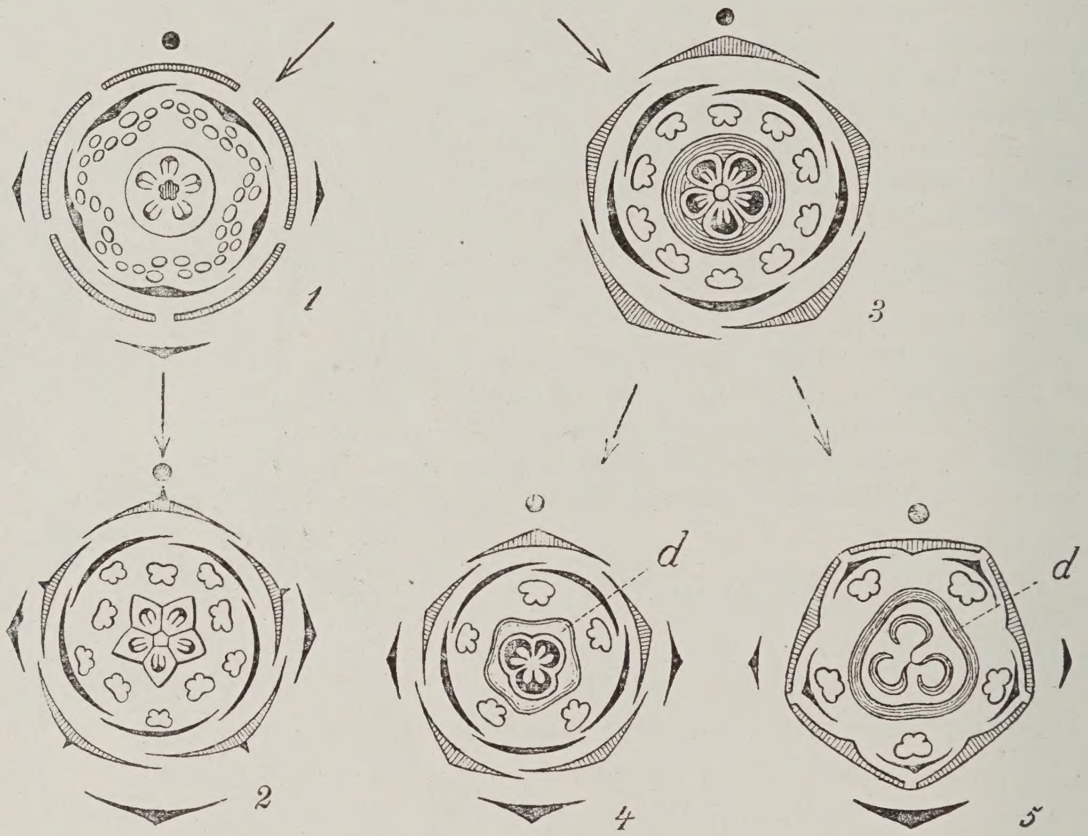


Abb. 499. Zusammenstellung von Blütendiagrammen der *Columniferae* (Fig. 1, *Tilia*), *Gruinales* (Fig. 2, *Geranium*), *Terebinthales* (Fig. 3, *Ruta*), *Celastrales* (Fig. 4, *Staphylea*) und *Rhamnales* (Fig. 5, *Rhamnus*). — *d* Diskusbildungen. — Zum Teil nach Eichler.

Die mutmaßlichen genetischen Beziehungen und die Unterschiede zwischen den Reihen der *Columniferae*, *Gruinales*, *Terebinthales*, *Celastrales* und *Rhamnales* seien durch die vorstehende Zusammenstellung (Abb. 499), soweit sich dies durch einzelne Blütendiagramme zum Ausdrucke bringen läßt, erläutert. In dieser Zusammenstellung sind nur die aktinomorphen Formen der genannten Reihen, da sie gewissermaßen den Typus darstellen, berücksichtigt; die Zusammenstellung zeigt insbesondere die Unterschiede im Baue des Andröceums und der Diskusbildungen.

---

den Reihen vgl. insbes. Radlkofer L., Über die Gliederung der Sapindaceen, in Sitzungsb. d. math.-phys. Kl. d. k. Akad. d. Wissensch. München, Bd. XX, 1891.

Auf die Gattung *Panda* (Westafrika) wurde die Familie der **Pandaceae** und die Reihe der **Pandales** aufgestellt, welche den *Gruinales* und *Terebinthales* nahe steht[157]).

1. Familie: **Linaceae**[158]). Krautige Pflanzen, seltener Sträucher mit einfachen, wechselständigen Blättern, mit oder ohne Nebenblätter. Blüten aktinomorph, meist 5zählig. Staubgefäße so viele wie Korollblätter oder doppelt so viele, seltener mehr, manchmal zum Teile staminodial und meist am Grunde $\pm$ miteinander verbunden. Fruchtknoten 2- bis 5fächerig, manchmal mit „falschen" Scheidewänden. Samenanlagen zu 1 bis 2 zentralwinkelständig. Frucht eine Kapsel oder Steinfrucht.

In histologischer Hinsicht ist das relativ häufige Vorkommen verschleimender Epidermiszellen erwähnenswert. Bei mehreren Gattungen findet sich über der Mikropyle der Samenanlagen ein obturatorähnliches Gebilde, am Chalazaende des Embryosackes ein Haustorium[159]). Insektenbestäubung, doch auch Selbstbestäubung. Insektenbestäubung wird durch Nektarabsonderung an der Außenseite des Staminaltubus und bei mehreren *Linum*-Arten (*L. catharticum*, *L. grandiflorum* u. a.) durch Heterostylie begünstigt.

Linum, Lein; Kapsel mit falschen Scheidewänden. — *L. usitatissimum*, einjährige Kulturpflanze, die wahrscheinlich von einer ausdauernden, mediterranen Stammpflanze (wohl *L. angustifolium*) abzuleiten ist. Wird insbesondere in zwei Rassen in extratropischen Gebieten kultiviert: *L. u.* f. *vulgare*, der „Schließ-Lein" oder „Dresch-Lein", und *L. u.* f. *humile*, der „Spring-Lein" oder „Kleng-Lein". Erstere Rasse besitzt nicht aufspringende Kapseln, höhere Stengel und wird insbesondere der Stengelbastfasern halber kultiviert, welche durch das „Rösten" (Mazeration in Wasser oder durch Wärme) isoliert werden und den „Flachs" oder die „Leinenfaser" des Handels liefern. Die zweiterwähnte Rasse wird insbesondere der Samen halber gezogen, welche fettes Öl (Leinöl) liefern und auch medizinisch verwendet werden („Semen Lini"). — *L. grandiflorum* (Nordafrika) mit roten Blüten, beliebte Zierpflanze; *L. campanulatum* (Mittelmeergebiet) ist sympetal. — *Radiola linoides*, kleine, Sand bewohnende Pflanze in Europa, Afrika, Asien.

Den Linaceen steht die kleine, tropisch-amerikanische (nur 1 Art in Afrika) (2.) Familie der **Humiriaceae** nahe. Holzpflanzen mit 10 bis zahlreichen Staubgefäßen. — *Humiria*, *Saccoglottis*.

3. Familie: **Oxalidaceae**[160]). (Abb. 500.) Krautige Pflanzen, seltener Holzpflanzen mit wechselständigen, oft zusammengesetzten (gefiederten oder gefingerten) Blättern, mit oder ohne Nebenblätter. Blüten aktinomorph,

---

[157]) Vgl. Engler A., Syllab., 7. Aufl., 1912; Nachtr. IV zu Natürl. Pflanzenfam., S. 151, 1915.

[158]) Reiche K. in E. P., III. 4., S. 27, 1889; Nachtr. III, S. 181; Nachtr. IV, S. 153. — Kownacki B., Über *Linum catharticum*. Dissert. Dorpat, 1893. — Tammes T., Der Flachsstengel. Eine statist.-anat. Monogr. Natuurk. Verhandl. v. d. Holl. Maatsch. d. Wetensch., VI., Haarlem, 1907; Die Flachsblüte. Rec. trav. bot. Néerl., XV., 1918. — Hallier H., Beitr. z. Kenntn. der L., Beih. z. bot. Centralbl., XXXIX., 2., 1921.

[159]) Vgl. darüber, ebenso wie über den Samenanlagenbau der folgenden Familien: Billings Fr., Beitr. z. Kenntn. d. Samenentw. Flora, 88. Bd., 1901.

[160]) Reiche K. in E. P., III. 4, S. 15, 1889; Nachtr. III, S. 180, Nachtr. IV, S. 152. — Fredrikson Th., Anatom.-syst. Studier öfver lökstamnuga *Oxalis*-Art. Upsala 1895. — Hildebrand F., Einige weitere Beob. u. Exp. an *Oxalis*-Arten. Bot. Zentralbl., LXXIX. Band, 1899. — Chauvel Fr., Rech. sur la fam. d. Oxalidacées. Paris 1902—03. — Molisch H. in Ber. d. deutsch. bot. Ges., XXII., 1904. — Hammond H. S., The embryol. of *Oxalis cornic.* Ohio Natur., VIII., 1908. — Small in North Americ. Fl., XXV., 1907. — Knuth R., Ein Beitr. z. Syst. u. geogr. Verb. d. *Oxal.*, Bot. Jahrb. f. Syst., Fest-Bd., 1914. — Overbeck F., Zur Kenntn. d. Mech. d. Samenausschl. v. *Oxalis*. Jahrb. f. w. Bot., LXII. Bd., 1923.

5zählig. Staubgefäße 10, mit den Filamenten am Grunde zusammenhängend. Fruchtknoten 5fächerig. Samenanlagen zentralwinkelständig, in jedem Fache 1 bis viele, tenuinuzellat. Frucht eine Kapsel oder Beere.

Schizogene Sekretlücken. Zwiebel-, Knollen-, Brutknöllchenbildung bei *Oxalis*-Arten[161]; bei derselben Gattung mit fleischigen Schuppen besetzte oder fadenförmige Aus-

Abb. 500. *Oxalidaceae.* — Fig. 1. Blüte von *Oxalis Acetosella*, längsdurchschn. — Fig. 2. Rhizom derselben. — Fig. 3. Aufspringende Frucht derselben. — Fig. 4. Samen derselben mit sich ablösender äußerer Samenschale. — Fig. 5. Blatt von *Biophytum sensitivum.* — Fig. 6. Junges Blatt von *Oxalis rusciformis.* — Fig. 7. Phyllodium von *O. bupleurifolia.* — Fig. 8. Blatt von *O. polyphylla.* — Fig. 9. Blatt von *O. Coppolerii.* — Fig. 10. Zwiebel von *O. polyphylla.* — Fig. 11. Dieselbe längs durchschn. — Fig. 12. Stengelbasis von *O. Piottae* mit Brutzwiebeln. — Alle Fig. etw. vergr. — Fig. 1 nach Thomé, 3 u. 4 nach Baillon, 9 u. 12 Hildebrand, das übrige Original.

läufer; mit knollig verdickten Blattbasen besetzte Rhizome bei *O. Acetosella;* Phyllodien bei *O. bupleurifolia*, *O. rusciformis* u. a. (Südamerika). Bestäubung durch Insekten, doch auch Selbstbestäubung. Außer monomorphen kommen auch dimorphe (lang- und kurzgrifflige) und trimorphe (lang-, mittel- und kurzgrifflige) Blüten vor. Kleistogame Blüten neben chasmogamen bei *O. Acetosella.* Bei *Oxalis*- und *Biophytum*-Arten findet ein Aus-

[161]) Hildebrand F., Die Lebensverhältnisse der *Oxalis*-Arten, Jena 1884.

schleudern der Samen (lokulizides Aufspringen der Kapselfächer und elastisches Aufspringen der äußeren fleischigen Samenschale) statt.

Oxalis, artenreiche Gattung (in neuerer Zeit von Small in mehrere Gattungen zerlegt), besonders in Südafrika, sowie im trop. und subtrop. Amerika. In Europa und Asien verbreitet *O. Acetosella*, Sauerklee. *O. stricta* (Nordamerika) als Unkraut vielfach auftretend. *O. corniculata* (Südeuropa) wird in einer Form mit schwarzroten Blättern (f. *tropaeoloides*) nicht selten in Gärten kultiviert, ebenso mehrere Arten mit 4zähligen Blättern als „Glücksklee". *O. tetraphylla*, *O. crenata* und andere sind Gemüsepflanzen (fleischige Wurzeln, knollige Rhizome). Die Blättchen vieler *Oxalis*-Arten zeigen auffallende Bewegungen je nach der Beleuchtung; autonome Bewegungen bei *O. Acetosella* und besonders bei *O. hedysaroides* (Südamerika). — Auf Berührungsreize reagieren mit Bewegung die Blätter von *Biophytum*-Arten. *B. sensitivum* (tropisch) häufig in Gewächshäusern kultiviert. — *Averrhoa Bilimbi* und *A. Carambola*, Bäume mit unpaarig gefiederten Blättern, häufig in den Tropen wegen der fleischigen, genießbaren Früchte gepflanzt.

4. Familie: **Geraniaceae**[162]). (Abb. 501, Fig. 5 bis 9.) Krautige oder strauchige Pflanzen mit wechselständigen oder gegenständigen, meist „handnervigen" Blättern, mit Nebenblättern. Blüten aktinomorph oder

Abb. 501. *Geraniaceae* (Fig. 5—9) u. *Tropaeolaceae* (Fig. 1—4). — Fig. 1. Bl. v. *Tropaeolum maius*. — Fig. 2. Basaler Teil derselben im Längsschn. — Fig. 3. Bl. v. *T. pentaphyllum*. — Fig. 4. Frucht v. *T. maius*. — Fig. 5. Bl. v. *Geranium phaeum*. — Fig. 6. Teilfr. v. *Erodium gruinum*. — Fig. 7. Hälfte des Querschn. durch den schnabelförmigen Teil des Fruchtkn. v. *Geranium sanguineum*. — Fig. 8. Fr. v. *Geranium phaeum*. — Fig. 9. Blüte v. *Pelargonium* sp., längs durchschn. — Fig. 7 nach Engler, 1—6, 8 u. 9 Original.

162) Reiche K. in E. P., III. 4, S. 1, 1889; Nachtr. III, S. 177. — Knuth R., Üb. d. geogr. Verbr. u. d. Anpass.-Ersch. der Gattung *Geranium*, Bot. Jahrb. f. Syst. etc., XXXII., 1902; Über Bastardbildung in d. Gattg. *Pelargonium*, a. a. O., XLIV., 1910; in Engler A., Das Pflanzenreich, IV., 129., 1912. — Brumhard Ph., Monogr. Übers. d. Gattung *Erodium*. Diss. Breslau, 1905. — Legault A., Rech. anat. s. l'appar. vég. d. Ger. Paris, 1908. — Japp G., Üb. d. morphol. Wertigk. d. Nekt. v. *Pelarg.* Verh. d. naturf. Ver. Brünn, XLVII., 1909.

schwach zygomorph, 5zählig. Staubgefäße 5 bis 15, am Grunde etwas verbunden oder frei. Fruchtknoten in der Regel 5fächerig. Die Fruchtknotenblätter vereinigen sich im oberen Teile zu einer schnabelartigen Verlängerung des Fruchtknotens. Samenanlagen crassinuzellat. Frucht eine Kapsel oder in Teilfrüchte zerfallend.

Blüten einzeln oder in zymösen Infloreszenzen. Bei *Pelargonium* findet sich an der dem Rücken der Blüte zugewendeten Seite eine röhrenförmige Aushöhlung der Blütenachse, welche mit einem Sporne vergleichbar ist (Andeutungen davon bei *Biebersteinia-* und *Erodium*-Arten); diese Bildung fehlt bei „gefüllten" *P.*-Blüten. Insektenbestäubung, daneben auch Selbstbestäubung; bei manchen Arten Blütendimorphismus. Die Früchte weisen vielfach interessante, mit der Samenverbreitung zusammenhängende Einrichtungen auf. Häufig lösen sich bei der Reife die 5 Fruchtknotenblätter voneinander, dabei entweder den Samen fest umschließend oder an der Bauchseite sich öffnend und den Samen frei gebend. Im ersteren Falle rollt sich z. B. bei *Erodium* der dem „Schnabel" angehörende Teil des Fruchtknotenblattes schraubenförmig ein und bewirkt durch hygroskopische Bewegungen das Einbohren des Samens in den Boden. In letzterem Falle erfolgt das Zurückkrümmen des dem Schnabel angehörenden Teiles des Fruchtknotenblattes oft mit solcher Kraft, daß ein Ausschleudern der Samen stattfindet (*Geranium*- Arten). Mehrfach vorkommende lange Behaarung des grannenförmigen Endteiles des Fruchtknotenblattes wirkt als Flugapparat.

Geranium, Storchschnabel. 10 Staubgefäße, alle mit Antheren, Blüten aktinomorph. Mit zahlreichen Arten in extratropischen, zumal nördlich extratropischen Gebieten. Weit verbreitet: *G. Robertianum* mit Stützblättern, *G. sanguineum*, *G. pyrenaicum*, *G. pratense* u. a. — *Erodium.* 10 Staubgefäße, die äußeren ohne Antheren, Blüten schwach zygomorph. *E. cicutarium* weit verbreitet und oft Ruderalpflanze. — *Pelargonium.* 10 Staubgefäße, nicht alle mit Antheren. Blüten zygomorph, mit spornartiger Achsenhöhlung. Zahlreiche Arten in Südafrika, einzelne in Nordafrika, im Mediterrangebiet, in Australien etc. Viele Arten beliebte Zierpflanzen, so z. B. *P. zonale*, *P. graveolens*, *P. grandiflorum*, *P. inquinans* u. a. *P. lateripes* mit efeuähnlichen, dicklichen Blättern, besonders im europ. Mittelmeergebiete kultiviert und verwildert. Zahlreiche Kulturrassen und Hybriden. — *P. zonale* f. *albomarginatum* diente E. Baur zu seinen grundlegenden Arbeiten über Chimären[163]). *P. tetragonum* (Südafrika) mit sukkulenten Stengelgliedern, an trockenen Standorten blattlos. — *Biebersteinia* (östliches Mediterrangebiet und Asien), *Viviania* (Südamerika).

In die Nähe der Geraniaceen wird zumeist die kleine nordamerikanische (5.) Familie der ***Limnanthaceae*** gestellt. Die hieher gehörenden Pflanzen sehen Geraniaceen in der Tat sehr ähnlich, unterscheiden sich von ihnen aber hauptsächlich durch die ganz freien, vor den Kelchblättern stehenden Fruchtknotenblätter. Beachtung verdient der Umstand, daß die Samenanlagen nur 1 Integument besitzen, ein Merkmal, das bei den Sympetalen häufig auftritt, an welche die *Limnanthaceae* in mehrfacher Hinsicht erinnern, wie sich überhaupt unter den *Gruinales* mehrfach Anklänge an diese zeigen.

6. Familie: ***Tropaeolaceae***[164]). (Abb. 501, Fig. 1 bis 4.) Den Geraniaceen sehr nahestehend, von ihnen insbesondere verschieden durch die zygomorphe, langgespornte (Achsenbildung) Blüte, durch 8 Staubgefäße (die beiden median stehenden sind ausgefallen) und durch das 3blättrige, nicht ge-

---

[163]) Baur E., Das Wesen u. d. Erblichkeitsverh. d. Var. *albomarg.* v. *P. z.* Zeitschr. f. indukt. Abstammungs- u. Vererb.-Lehre, I., 1909.

[164]) Reiche K. in E. P., III. 4., S. 23, 1889; Nachtr. III, S. 180. — Buchenau F. in Engler A., Das Pflanzenreich, 10. Heft, 1902. — Leidicke J. W., Beitr. z. Embryol. v. *Trop. maius.* Breslau 1903. — Wóycicki Z., Die Kerne in d. Zellen der Suspensorforts. bei *Trop. maius*, Bull. Acad. scienc. Cracovie, 1907; Üb. den Bau des Embryosackes bei *Tr. m.*, l. c., 1907.

schnäbelte Gynöceum. Frucht in 3 einsamige Schließfrüchte zerfallend.

Krautige Pflanzen, die häufig mit den Blattstielen klimmen oder winden. Knollenbildung bei *Tropaeolum tuberosum* u. a. Blätter oft schildförmig, dabei ± gelappt. Nebenblätter fehlend oder vorhanden (bei *T. maius* nur bei den Primordialblättern!). Myrosinzellen in den vegetativen Organen. Insekten- und Vogelbestäubung, doch auch Selbstbestäubung. Der Suspensor des Embryos verlängert sich bedeutend, wächst aus der Mikropyle heraus und treibt 2 lange (Haustorial-)Anhängsel, von denen das eine in den Hohlraum zwischen Samenanlage und Fruchtknotenwand, das andere in das Plazentagewebe wächst; außerdem Haustorialbildung am Chalazaende des Embryosackes.

Tropaeolum, Kapuzinerkresse, mit zahlreichen Arten in Südamerika (besonders Chile), weniger Arten in Zentralamerika und im Süden von Nordamerika. Mehrere Arten sind beliebte Zierpflanzen der Gärten, so besonders *T. maius* und *T. minus* (Peru), *T. peltophorum* (= *T. Lobbianum*) (Columbia, Ecuador). Die Blütenknospen der erstgenannten Art werden ähnlich wie Kappern verwendet.

7. Familie: ***Erythroxylaceae***[165]). Holzpflanzen mit einfachen, wechselständigen Blättern, Nebenblättern und meist unansehnlichen, aktinomorphen Blüten. Kelch und Korolle 5blättrig, Staubgefäße 10, am Grunde verbunden. Heterostylie sehr verbreitet. Fruchtknoten 3- bis 4fächerig, aber meist nur ein Fach sich weiter entwickelnd. Steinfrucht.

Die vorhergehenden Familien mit zygomorphen Blüten stellen Endglieder einer Unterreihe der *Gruinales* dar; die *Erythroxylaceae* ähneln nicht diesen, sondern mehr den relativ ursprünglicheren Formen, z. B. *Linaceae*.

Erythroxylon Coca, mit mehreren Kulturrassen, in Peru einheimisch, jetzt in den Tropen vielfach kultiviert, liefert die medizinisch verwendeten „Folia Coca"[166]) (Alkaloid: Kokain). Auch andere Arten enthalten Kokain. *E. areolatum* (Westindien) liefert Rinde zum Rotfärben. Zahlreiche Arten der Gattung im tropischen und subtropischen Amerika.

8. Familie: ***Malpighiaceae***[167]). (Abb. 502.) Holzpflanzen, häufig Lianen mit meist gegenständigen, ungeteilten Blättern mit Nebenblättern und häufig am Blattgrunde mit Drüsen. Perianthium aktinomorph oder zygomorph, Kelchblätter 5, meist mit Drüsen. Blumenkronblätter 5, meist genagelt und mit gewimpertem oder gezähntem Rande. Staubgefäße 10, oft zum Teil ausgefallen oder staminodial, mit den Filamenten ± verbunden. Fruchtknoten 2- bis 5-, meist 3fächerig. Frucht in der Regel eine Spaltfrucht, die einzelnen Teile nußartig oder Steinfrüchte.

---

[165]) Reiche K. in E. P., III. 4, S. 37, 1890; Nachtr. III, S. 182. — Tieghem Ph. v., Struct. et aff. d. *Erythrox.* Bull. Mus. Hist. nat. Paris, 1903. — Schulz O. E. in Engler A., Das Pflanzenreich, IV., 134, 1907.

[166]) Nevinny J., Das Cocablatt, Wien 1886. — Eykmann in Ann. d. Jard. bot. de Buitenz., tom. VII, 1888. — Winkler H., Üb. d. Kultur des Kokastrauches. Tropenpflanzer, 1906.

[167]) Niedenzu F. in E. P., III. 4, S. 41, 1890; Nachtr. III, S. 182; Nachtr. IV, S. 157; De genere *Byrsonima*, Ind. lect. Lyc. Hos., 1897 u. 1901; De genere *Brunchosia*, l. c., 1898; De genere *Malpighia*, l. c., 1899; De genere *Stigmatophyllo*, l. c., 1899, 1900; De genere *Banisteria*, l. c., 1900, 1901; De genere *Heteropteryge*, l. c., 1903 u. 1909; De genere *Hiraea*, l. c., 1906 u. 1907; De genere *Mascagnia*, l. c., 1908; De genere *Tetrapteryge*, l. c., 1909 u. 1910; Üb. d. Fortentw. in der Fam. d. *Malpighiac.*, Bot. Jahrb. f. Syst. Festband 1914. — Dubard M. et Dop P., Nouv. observ. s. l'anat. et les aff. d. *M.*, C. R. Ac. Sc. de Paris, CXLVI., 1908; Contrib. à l'étude des M., Rev. gén. Bot., XX., 1908.

Innere Sekretbehälter fehlen; verschleimende Epidermiszellen kommen vor. Die Stämme der lianenförmigen Arten besitzen mannigfach zerklüftetes Holz. Unterirdische

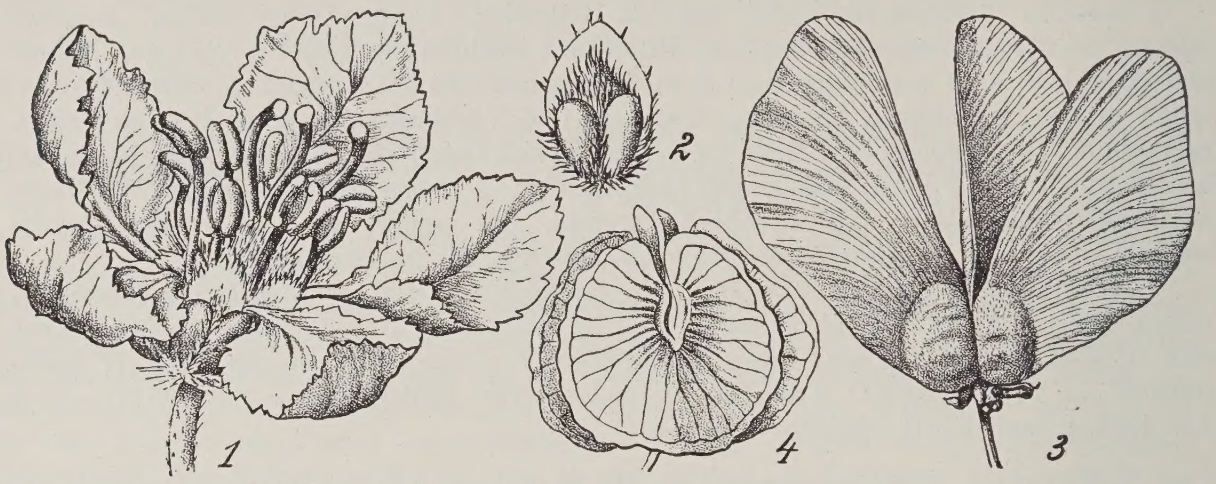


Abb. 502. *Malpighiaceae.* — Fig. 1. Blüte von *Tetrapteris longibracteata.* — Fig. 2. Kelchbl. davon von außen, mit den 2 Drüsen. — Fig. 3. Frucht von *Banisteria laevifolia.* — Fig. 4. Frucht von *Mascagnia elegans.* — Alle Fig. vergr. — Fig. 1, 2, 4 nach Grisebach, 3 Original.

Knollenbildungen bei xerophilen Arten. Insektenbestäubung. Kleistogame Blüten neben chasmogamen nicht selten. Die Teilfrüchte besitzen sehr häufig Flugorgane (flügelartige Verbreiterungen, Längskämme u. dgl.).

Artenreiche Familie der Tropen, besonders der Neuen Welt; häufig mit großen, schönen Blüten. Formenreiche Gattungen: *Mascagnia*, *Hiraea*, *Tetrapteris*, *Banisteria*, *Heteropteris*, *Malpighia* (Süd- und Zentralamerika). Die Steinfrüchte mehrerer *Byrsonima*-Arten (Südamerika) sind genießbar. *Malpighia punicifolia* (Südamerika) liefert die gerbstoffreiche „Nancitte"- oder „Manguitta-"Rinde.

9. Familie: ***Zygophyllaceae***[168]). (Abb. 503.) Holzpflanzen (seltener krautig) mit in der Regel gefiederten Blättern, mit Nebenblättern. Blüten aktino-

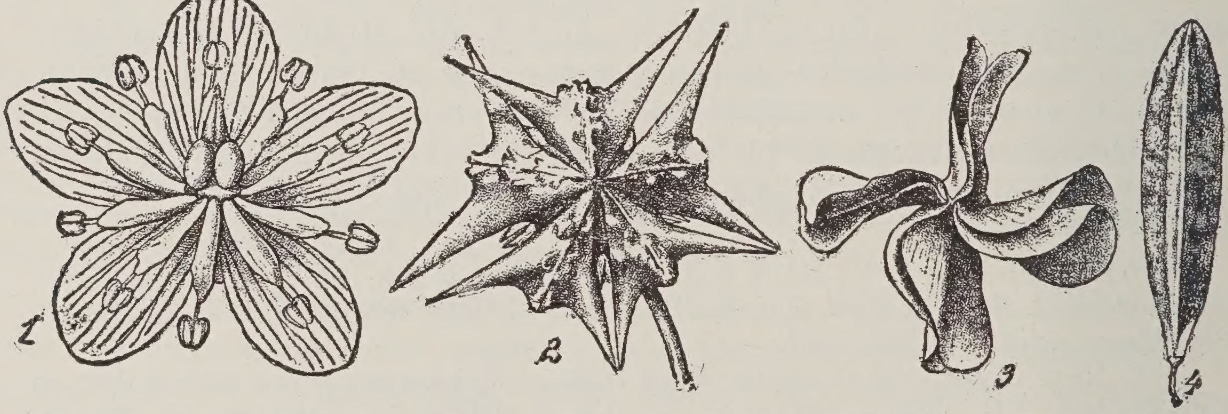


Abb. 503. *Zygophyllaceae.* — Fig. 1. Blüte von *Porlieria Lorentzii.* — Fig. 2. Frucht von *Tribulus terrestris.* — Fig. 3. Frucht von *Zygophyllum eurypterum.* — Fig. 4. Frucht von *Z. Fabago.* — Alle Fig. vergr. — Fig. 1 nach Engler, Fig. 2—4 Original.

morph. Kelch und Korolle 4- bis 5zählig, ersterer ohne Drüsen. Staubgefäße 2- bis 3mal so viel wie Kronblätter, am Grunde der Filamente oft

[168]) Engler A. in E. P., III. 4, S. 74, 1890; Nachtr. III, S. 187; Nachtr. IV, S. 155. — Ders., Über die geogr. Verb. d. Zyg. im Verh. zu ihrer syst. Stellung. Abh. der preuß. Akad. d.

mit blattförmigen Bildungen. Fruchtknoten 2- bis 12-, meist 4- bis 5fächerig. Frucht eine Kapsel, Steinfrucht oder Beere oder in Teilfrüchte zerfallend.

Innere Sekretbehälter fehlen, dagegen Schleimzellen im Mesophyll nicht selten. Harzbildung im Holze. Insektenbestäubung (wenig beobachtet). Sehr verschiedene Verbreitungsmittel (Flugfrüchte, Dornbildung zur Verbreitung durch Tiere, Schleudereinrichtungen u. dgl.) (vgl. Abb. 503).

Vorherrschend in wärmeren Gebieten, vielfach Wüstenbewohner und auf salzreichem Boden. Mehrere Arten sind durch massenhaftes Auftreten Charakterpflanzen einzelner Gebiete, so *Nitraria Schoberi* auf Salzboden von Südrußland bis Ostasien, *N. retusa* in Palästina, Arabien, Nordafrika.

Guajacum officinale (Zentralamerika) liefert das „Guajak"-, „Pock"- oder „Franzosenholz", das vielfache Anwendung in der Tischlerei und Drechslerei findet, auch als „Lignum Guajaci", gleichwie das Guajakharz (Resina Guajaci), medizinisch gebraucht wird. Splintholz gelb, Kernholz grau- bis braungrün. Ähnliches Holz liefert *G. sanctum* (Zentralamerika). — Auch das Holz anderer Zygophyllaceen ist wegen seiner Festigkeit geschätzt, so von *Porlieria angustifolia, P. hygrometrica, P. Lorentzii* (Mexiko, Anden), *Bulnesia arborea* (Columbia). Die Samen von *Peganum Harmala* (östl. Mittelmeergeb. und Zentralasien) liefern in der Samenschale das „Türkisch-Rot". — Die Knospen von *Zygophyllum Fabago* (Orient) werden ähnlich wie Kappern verwendet. — Die dornigen Früchte von *Tribulus terrestris* (Südeuropa, Afrika, Asien) werden leicht durch Tiere verbreitet. — *Porlieria*-Arten werden nicht selten in botanischen Gärten wegen der je nach der Feuchtigkeit und Beleuchtung ihre Stellung ändernden Blättchen gezogen. — Flugfrüchte bei der kurzlebigen Wüstenpflanze *Tetradiclis salsa* (Orient). — *Balanites aegyptiaca* (Steppengebiete von Nordafrika bis Ostindien), dorniger Strauch oder Baum, liefert eßbare Früchte, fettes Öl in den Samen und Gemüse in den Blättern. Aus letzterwähnter Gattung wurde von Van Tieghem im Vereine mit 2 weiteren Gattungen die Familie der **Agialidaceae** gebildet.

Als Familie von unsicherer systematischer Stellung sei hier die der **Cneoraceae** erwähnt; die sero-diagnostische Prüfung ergab Zugehörigkeit zu den mit den Columniferen zusammenhängenden Reihen, aber keine innigeren Beziehungen. — *Cneorum tricoccum* im westlichen Mediterrangebiete.

26. Reihe. ***Terebinthales.***

Vorherrschend Holzpflanzen mit zusammengesetzten Blättern. In den vegetativen Organen Öl, Balsame oder Harz enthaltende Sekretbehälter sehr verbreitet. In den Blüten stets $\pm$ auffallende Diskusbildungen. Staubgefäße in der Regel in doppelter Zahl der Blumenkronblätter. Samenanlagen bei vielen Formen gleich wie die der *Gruinales* gestellt (epitrop), in anderen Fällen mit denen der *Celastrales* übereinstimmend (apotrop).

Schon bei Besprechung der *Gruinales* wurde die entwicklungsgeschichtliche Stellung der *Terebinthales* kurz berührt. Sie haben wohl analogen Ursprung wie die *Columniferae* und *Gruinales* und dieser weist auf den Typus der *Tricoccae.* Unter den *Gruinales* zeigen die *Malpighiaceae* und besonders die *Zygophyllaceae* Beziehungen zu den *Terebinthales,* die vielleicht eine

Wissensch., 1896. — Patannelli E., Anat. fisiolog. delle *Zygophyllac.* Atti della Soc. nat. Modena, Ser. 4, XXXIII., 1900. — Tieghem Ph. v., Sur les Agialidacées. Ann. sc. nat., Bot., 9. sér., IV., 1906.

Versetzung dieser beiden Familien zur Reihe der *Terebinthales* rechtfertigen würden, wodurch auch die Reihe der *Gruinales* einheitlicher würde; vorläufig erscheint dies aber in Anbetracht der zur Abtrennung benützten Merkmale noch nicht durchführbar. Innerhalb der *Terebinthales* lassen sich im Anschlusse an eine Gruppe von Familien mit im wesentlichen übereinstimmendem Baue *(Rutaceae — Meliaceae)* zwei kleinere Reihen mit abgeleiteteren Formen feststellen, die schließlich mit zygomorphen Blüten schließen. In der einen *(Polygalaceae — Vochysiaceae)* herrscht noch der die *Gruinales* charakterisierende Bau der Samenanlage (epitrope Samenanlage) vor, in der anderen *(Anacardiaceae — Hippocastanaceae)* treten apotrope Samenanlagen (wie bei den *Celastrales*) auf.

Beachtung verdient die hier, wie bei den *Gruinales* und *Celastrales*, relativ häufig auftretende Sympetalie, welche in Verbindung mit der fortschreitenden Ausbildung tetrazyklischer Blüten (bei den *Celastrales*), mit der häufigen Reduktion der Zahl der Fruchtknotenblätter, mit dem ab und zu vorkommenden Ausfalle eines Integumentes dafür spricht, daß eventuell wenigstens ein Teil der Sympetalen bei der Reihengruppe der *Columniferae* bis *Rhamnales* ihren Anschluß haben könnte.

1. Familie: **Rutaceae**[169]). (Abb. 504 und Abb. 499, Fig. 3). Holzpflanzen (nur selten krautig) mit wechsel- oder gegenständigen, einfachen oder zusammengesetzten, meist kahlen und durchscheinend punktierten (Öldrüsen) Blättern. Blüte aktinomorph, nur selten zygomorph; Kelch und Korolle 4- bis 5zählig. Staubgefäße meist doppelt so viele wie Blumenkronblätter (seltener ebenso viele oder mehr). Blütenachse meist zwischen oder über den Staubgefäßen Diskusbildungen erzeugend. Fruchtknotenblätter 1 bis 6, meist 4 bis 5; in jedem Fache des Fruchtknotens meist nur 1 bis 2 Samenanlagen. Frucht sehr mannigfaltig: Kapseln, Steinfrüchte, Beeren oder Spaltfrüchte. Wenn die Früchte aufspringen, löst sich zumeist das Endokarp elastisch ab.

Sehr charakteristisch für alle *Rutaceae* ist das Vorkommen von Sekretlücken im Grundgewebe der vegetativen Organe, welche insbesondere ätherische Öle führen. Abgegliederte Blattstiele häufig. Bei mehreren Gattungen kommen am Grunde von Seitensprossen Blattdorne vor. Von ab und zu vorkommenden Abweichungen vom typischen Blütenbau seien erwähnt: eingeschlechtige Blüten, Ausfall eines Perianthkreises, Vermehrung der Staubgefäße und Fruchtknotenblätter, Sympetalie (bei *Correa*) etc. Insektenbestäubung vorherrschend, auch Ornithogamie; *Citrus*-Blüten werden auffallend stark von Kolibri besucht. Polyembryonie (Nuzellarembryonen) bei *Citrus* und *Esenbeckia*. Ungleichheit der beiden Kotyledonen häufig.

---

[169]) Engler A. in E. P., III. 4, S. 95, 1895; Nachtr. III, S. 187; Nachtr. IV, S. 156. — Ders., Über die geogr. Verbreit. der Rut. im Verh. zu ihrer system. Gliederung. Abh. d. k. preuß. Akad. d. Wiss., 1896. — Boudouresques B., Du *Choisya ternata*. Contrib. à l'étude des Zanthoxyl. Montpellier 1895. — Schulze H., Beitr. z. Blattanat. d. Rutac. Beih. z. Bot. Zentralbl., XII., 1902. — Guttenberg H. v., Zur Entwickl.-Gesch. d. Kristallz. im Bl. v. *Citrus*. Sitz.-Ber. d. Wiener Akad., 1902. — Duval A., Rech. s. l. Jaborandis et leurs succed. Trav. d. Labor. de mat. med. Paris, III., 1905. — Greene E. L., The gen. *Ptelea* in the west and southw. U. St. etc. Contrib. U. St. Nat. Herb., X., 1906. — Longo B., La poliembr. nello *Xanthoxylum Bungei* senza fecond. Bull. soc. bot. ital., 1908.

Abb. 504. *Rutaceae.* — Fig. 1. Blüte von *Citrus Limonum.* — Fig. 2. Mittl. Teil der Blüte von *C. Aurantium*, längs durchschn. — Fig. 3. Gynöceum davon; *d* Diskus. — Fig. 4. Fr. von *C. Limonum*, quer durchschn., *o* Öldrüsen, *e* Emergenzen, die das Fruchtfleisch bilden. — Fig. 5. Querschn. d. die Randpartie eines jungen Fruchtfaches von *Citrus*, *e* wie in Fig. 4, *s* Schleimzotte. — Fig. 6. Längsschn. d. d. Samen von *Citr. Aurantium* mit 2 Embryonen. — Fig. 7. Längsschn. d. eine Frucht von *C. Aurantium* mit (abnormerweise) 2 Wirteln von Karpiden. — Fig. 8. Frucht von *C. Limonum* mit (abnormerweise) z. T. freien Karpiden. — Fig. 9. Blüte von *Crowea saligna.* — Fig. 10. Blüte von *Correa speciosa.* — Fig. 11. Frucht von *Ruta graveolens.* — Fig. 12. Frucht von *Diosma oppositifolum.* — Fig. 1 u. 2 nach Berg und Schmidt, 3, 4, 6, 8, 9, 10, 11 Original, 5 nach Tschirch, 7 nach Penzig, 12 nach Engler.

Hoeffgen stellt auf Grund sero-diagnostischer Versuche die *Rutaceae* an das Ende der *Gruinales*-Reihe unter Betonung der Unsicherheit dieses Ergebnisses. Nach dem morphologischen und anatomischen Bau gehört die Familie zu den *Terebinthales*, deren Zusammenhang mit den *Gruinales* ohnedies klar ist.

Einteilung nach Engler:

A. Rutoideae. Fruchtknotenblätter bei der Reife ± getrennt, an der Innenseite sich öffnend, mit sich ablösendem Endokarp. — *Barosma*-Arten (*B. serratifolium*, *B. crenulatum*, *B. betulinum* u. a. — Südafrika) und *Empleurum ensatum* (Südafrika) liefern die medizinisch verwendeten „Folia Bucco"; *Pilocarpus*-Arten (*P. Selloanus*, *P. microphyllus*, *P. spicatus* u. a. — Brasilien) die offizinellen „Folia Jaborandi". — *Ruta graveolens*, Weinraute (Süd- und Westeuropa, Nordafrika), war früher offizinell und wird heute noch vielfach als Volksheilmittel verwendet, daher auch kultiviert; ebenso *R. divaricata* und *R. montana* (mediterran). Penta- und tetramere Blüten in derselben Infloreszenz. — *Dictamnus albus*, Diptam (Südosteuropa, Asien), Blüte zygomorph. — *Xanthoxylum americanum* (altlantisches Nordamerika), hie und da in Gärten. — Artenreiche Gattungen: *Fagara* (trop.), *Boronia* (Australien), *Agathosma* (Südafrika) u. a. — Nutzhölzer liefern *Fagara Pterota* (Zentralamerika — „Eisenholz von Jamaika"), *F. flava* („Westindisches Seidenholz") u. a.

B. Dictyolomoideae. — *Dictyoloma* (Südamerika).

C. Flindersioideae. Fachspaltige oder an den Scheidewänden aufspringende Kapsel mit bleibendem Endokarp. — *Flindersia* (Australien).

D. Spathelioideae. Geflügelte Steinfrucht mit 3fächerigem Steinkern. — *Spathelia* (Antillen).

E. Toddalioideae. Steinfrucht oder trockene Flügelfrucht. — *Ptelea.* Frucht 2- bis 3flügelig. *Pt. trifoliata* (Nordamerika) häufig in europäischen Gärten kultiviert. — *Phellodendron amurense* (Amurland), Steinfrucht. Wertvolles Holz und korkreiche Rinde. — *Casimiroa edulis* (Mexiko) hat große eßbare Steinfrüchte. — *Skimmia japonica* (Süd- und Ostasien) häufig in Gärten kultiviert. — *Amyris balsamifera* (Westindien) liefert „Rosenholz", „Rosewood".

F. Aurantioideae. Beere. Fruchtknoten mit 1—2 Samen in jedem Fache: *Triphasia Aurantiola* (Indien, in den Tropen kultiviert), *Clausena Wampi* (China, in den Tropen kultiviert), *Limonia*-Arten liefern genießbare Früchte. — Fruchtknoten mit 2 bis vielen Samen in jedem Fache: *Feronia elephantum* (Ostindien) liefert Werkholz, Gummi und genießbare Früchte, *Aegle Marmelos* (tropisches Asien) Werkholz. — *Citrus.* Beere mit dickem, drüsenreichem Exokarp, schwammigem Endokarp, häutigen Scheidewänden und einem die Samen umgebenden, saftreichen Gewebe, das aus Emergenzen besteht, die der Innenseite der Fruchtwand entspringen. Die Systematik[170]) der kultivierten Arten ist überaus schwierig; es handelt sich eben um uralte Kulturpflanzen, bei welchen alle Faktoren (Mutation, Hybridisation etc.) sich zur Vergrößerung der Mannigfaltigkeit und Verwischung der ursprünglichen Artcharaktere vereinigten. *C. Aurantium*, Orange im weitesten Sinne. Meist baumförmig, weiße Blüten. Früchte ± kugelig. Wichtigste Rassen: *a) C. amara*, Pomeranze, Früchte mit bitterer Schale und saurem Fleische. Liefert die medizinisch verwendeten „Folia Aurantii", „Cortex fructus Aurantii", „Fructus Aurantii immaturi", „Pericarpium Aurantii", ferner Parfüm (Öl aus den Blüten); die Fruchtschalen werden auch zur Likörfabrikation verwendet (Curação). *b) C. Bergamia*, Bergamotte, mit blaßgelben Früchten und saurem Fruchtfleisch, liefert das Bergamottöl (Fruchtschalen). *c) C. sinensis*, Apfelsine oder Orange im engeren Sinne, mit zumeist orangeroten Früchten und süßem Fruchtfleisch. Die Früchte bilden einen wichtigen Handelsartikel. Auffallende Formen der *C. sinensis*: forma *sanguinea* mit rotem Fleische, f. *decumana*, Pompelmus, oft mit riesigen Früchten und dicker Schale. — *C. medica*, Zitrone im weitesten Sinne. Meist strauchförmig, Blüten rötlich, Früchte oft ± zugespitzt. Die bekannteste Rasse ist *C. Limonum*, deren Früchte unter dem Namen „Limone" in den Handel kommen. Fruchtfleisch sauer. Liefert auch die offizinelle „Cortex fructus Citri", das „Oleum Citri" und Likör („Acqua di Cedro"). — Die beiden genannten Arten stammen wohl aus den indomalayischen Gebieten, werden aber heute ganz allgemein in wärmeren Ländern kultiviert, in Europa im Mittelmeergebiet; außerdem als Zierpflanzen in Gewächshäusern. — *C. nobilis*, in Cochinchina und China

---

[170]) Vgl. darüber insbes. Bonavia E., The cultivated Oranges and Lemons etc. London 1890. Text und Atlas.

heimisch, gegenwärtig auch häufig kultiviert, aber empfindlicher als die beiden vorerwähnten Arten, liefert die „Mandarinen". — *C. trifoliata* (Japan) mit dreizähligen Blättern wird in neuerer Zeit als mäßigen Frost ertragender Strauch in außertropischen Gärten gezogen[171]).

Von *C. Aurantium* und *C. medica* werden nicht selten auffallende Mißbildungen kultiviert, so Formen mit Früchten, deren Fruchtblätter ± frei sind, solche mit Mischfrüchten, d. h. Früchten, bei denen einzelne Fruchtblätter den Charakter von Orangen, andere den von Zitronen besitzen („Bizzarria" — Bastardfrüchte mit teilweisem Rückschlage oder Chimären), endlich Formen, deren Früchte aus 2—3 Wirteln von Fruchtknotenblättern bestehen (vgl. Abb. 504, Fig. 7 u. 8).

2. Familie: **Simarubaceae**[172]). Den Rutaceen sehr nahestehend, hauptsächlich durch eingeschlechtige Blüten und das Fehlen der Öldrüsen verschieden. Schüppchen am Grunde der Filamente häufig. Vorherrschend Bäume mit gefiederten Blättern.

Viele Arten enthalten bittere Stoffe, so z. B. Quassin im Holze von *Picrasma excelsa* („Quassiaholz", „Bitterholz", „Jamaikaquassia" — Westindien) und von *Quassia amara* („Surinam-Bitterholz", „Bitterholz"); ersteres als „Lignum Quassiae Jamaicense", letzteres als „L. Q. Surinamense" offizinell; beide Hölzer auch technisch verwendet. — Die Wurzelrinde von *Simaruba officinalis* (Zentralamerika) und *S. amara* (Zentralamerika) wird vielfach ähnlich verwendet. — *Ailanthus glandulosa*, Götterbaum (China), wird in extratropischen Gebieten jetzt vielfach gepflanzt als Alleebaum, zu Aufforstungen u. dgl. und verwildert häufig. Wurzelschößlinge. — *Irvingia*-Arten (Afrika und tropisch. Asien) liefern genießbare Früchte und in den Samen Fett (Caycay- oder Dika-Fett).

3. Familie: **Burseraceae**[173]). (Abb. 505.) Von den beiden vorhergehenden Familien insbesondere durch Harz- und Balsamgänge in der Rinde verschieden. Habituell den Simarubaceen ähnlich.

Von vielen Arten werden die aromatischen Harze und Balsame seit langer Zeit als Räuchermittel, Arzneien etc. verwendet. Offizinell sind derzeit das Harz von *Commiphora*-Arten als „Myrrha" und das von *Boswellia*-Arten als „Olibanum" oder „Weihrauch". Die in dieser Hinsicht wichtigsten Arten der ersterwähnten Gattung sind *C. abyssinica* und *C. Schimperi* (Arabien und Nordostafrika), die der letzteren *B. Carteri* (Südarabien, Abb. 505) und *B. Bhaudajiana* (Somaliland). — Andere vielfach verwendete Harze sind: „Elemiharz" von verschiedenen Arten der Gattungen *Protium*, *Canarium* und *Bursera*, so *B. Simaruba* („Gomartharz"), *P. Icicariba* („Rio-Elemi", „brasilian. Elemi"), *P. guyanense* („Guyana-Elemi") etc. „Mekkabalsam" von *Commiphora Opobalsamum* (Somaliland, Arabien). — Eßbare Früchte liefern *Canarium bengalense* und *C. nigrum* (tropisch. Asien), eßbare (ölreiche) Samen mehrere andere *Canarium*-Arten.

---

[171]) Über Versuche, durch Kreuzung mit *C. trifoliata* widerstandsfähigere Orangen und Zitronen zu erzielen, vgl. Webber in Journ. Roy. Hort. Soc., XXIV., 1900, p. 128.

[172]) Engler A. in E. P., III. 4, S. 202, 1896; Nachtr. III, S. 187; Nachtr. IV, S. 158. — Jadin F., Contrib. à l'étude des Simar. Ann. sc. nat., 8. sér., t. XIII., 1901 (tritt für Abtrennung der Familien der *Surianaceae* und *Holacanthaceae* von den *S.* ein). — Loesener Th. und Solereder H., Über d. Gattg. *Rigiostachys*. Verh. bot. Ver. Brandenb., XLII., 1905. — Tieghem Ph. v., Sur les Irvingiacées, Ann. sc. nat., Bot., sér. 9., I., 1905; Ailante et Pongèle, l. c., IV., 1906. — Courchet L., Le Kivondro de Madagasc. (*Pierriera mad.*). Ann. Inst. Col. Marseille, XIII., 1905. — Boas F., Beitr. z. Anat. u. Syst. d. *S.* Beih. bot. Centralbl., XXIX., 1., 1913.

[173]) Engler A. in E. P., III. 4, S. 231, 1896; Nachtr. III, S. 188; Nachtr. IV, S. 161. — Peter A., Zur Anat. d. Veg.-Org. v. *Boswellia Carteri*. Sitz.-Ber. d. Wiener Akad., math.-naturw. Kl., CXII. — Guillaumin A., Le *Porphyranthus* est-il une B.?, Journ. de Bot., XXI., 1908; Rech. sur l. struct. et le développem. d. B., Ann. sc. nat., Bot., sér. 9., X., 1909. — Engler A., Die Verbr. d. afr. *B.* etc. Bot. Jahrb. f. Syst., XLVIII., 1912.

4. Familie: **Meliaceae**[174]). Holzpflanzen mit meist gefiederten, wechselständigen Blättern, mit meist kleinen, rispig angeordneten Blüten. Blüten von denen der 3 vorhergehenden Familien hauptsächlich durch die Staubgefäße verschieden, die $\pm$ mit den Filamenten röhrenförmig verbunden sind. Am Rande dieser Staminalröhre stehen oft zwischen den Antheren Zähne oder petaloide Lappen. Kapseln, Beeren oder Steinfrüchte. Samen manchmal geflügelt.

Abb. 505. *Boswellia Carteri* bei Ras Farták in Südarabien. — Nach einer Photographie von F. Simony.

Sekretzellen im Mesophyll der Blätter (diese daher häufig durchscheinend punktiert), im Mark und in der Rinde der Achsenteile. Häufig verschleimende Epidermiszellen.

A. Cedreloideae. Staubfäden frei. Samen geflügelt. — *Cedrela*-Arten (Zentral- und Südamerika), besonders *C. odorata* liefern das duftende, häufig zu Zigarrenkisten, Zuckerkisten etc. verarbeitete „Zedernholz". — Von *Toona serrata* (Indien) stammt das ziegelrote „Zedernholz von Singapore", „Indian Mahagony", von *Ptaeroxylon obliquum* (Südafrika) das „Niesholz" oder „kapensische Mahagoniholz".

B. Swietenioideae. Staubfäden zu einer Röhre verbunden. Samen geflügelt. — Wertvolle Nutzhölzer liefern: *Swietenia Mahagoni* (Westindien) das „rote" oder „echte Mahagoniholz", „Acajou", *Chukrasia tabularis* (Indien) „Chittagong wood", „White cedar", *Khaja senegalensis* (Afrika) „Gambia Mahagony", „Afrikanisches Mahagoni" oder „Cail-Cedraholz".

---

[174]) Harms H. in E. P., III. 4, S. 258, 1896; Nachtr. III, S. 188; Nachtr. IV, S. 161. — Courchet L., Rech. morph. et anat. s. l. Katafa de Madag. (*Cedrelopsis*). Ann. Inst. col. Marseille, XIV., 1906.

C. Melioideae. Staubfäden wie bei *B.* Samen nicht geflügelt. — *Carapa*-Arten (*C. guianensis* [tropisch. Amerika]; *C. procera* [Westafrika]) enthalten in den Samen fettes Öl, das für technische Zwecke verwendet wird („Carapa-Öl“, „Touloucouna-Öl“). — *Xylocarpus* (Tropen der Alten Welt), Mangrovepflanzen mit Atemwurzeln und schwimmenden Samen. — *Melia Azedarach*, in den wärmeren Gebieten viel kultiviert, liefert Werkholz. — Bei *Dysoxylum* (indo-malayisch) aus dem alten Holzstamme entspringende Infloreszenzen.

Eine kleine Familie von ganz unsicherer systematischer Stellung, welche häufig hier eingefügt wird, ist die (5.) der **Tremandraceae.** Sie umfaßt kleine Sträucher mit einfachen Blättern von einem an die Ericaceen erinnernden Baue. Alle Arten australisch. — *Tetratheca.*

Abb. 506. *Polygalaceae.* — Fig. 1. Blüte von *Polygala myrtifolia.* — Fig. 2. Dieselbe nach Entfernung des Petalums I. — Fig. 3. Diagramm von *P. myrtifolia*, die Buchstaben und Ziffern entsprechen jenen der Fig. 1. u. 2. — Fig. 4. Gynöceum von *P. vulgaris.* — Fig. 5. Blütensproß von *P. amara.* — Fig. 6. *Epirhizanthus cylindrica.* — Fig. 5 u. 6 in nat. Gr., alle and. Fig. vergr. — Fig. 1, 2 u. 5 Original, 3 nach Eichler, 4 nach Chodat, 6 nach Penzig.

6. Familie: **Polygalaceae**[175]). (Abb. 506 und 507.) Holzpflanzen oder Kräuter mit einfachen, wechsel- oder gegenständigen Blättern, mit oder ohne

---

[175]) Chodat R. in E. P., III. 4, S. 323, 1896; Nachtr. III, S. 190; Nachtr. IV, S. 163. — Ders., Conspectus syst. gen. *Xanthophylli*, Bull. de l'herb. Boiss., IV., p. 254, 1896. — Penzig O., Beitr. z. Kenntn. d. Gattung *Epirhizanthus.* Ann. d. jard. bot. de Buitenz., 2. sér., Vol. II, 1901. — Holzner G. u. Naegele Fr., Die bayr. Polygalac. Ber. d. bayr.

Nebenblätter. Blüten median-zygomorph. Kelch 5blättrig, von dessen Blättern sind oft 2 petaloid ausgebildet. Petalen 5 oder 3, das median nach unten stehende meist konkav und mit einem zerschlitzten Anhängsel. Staubgefäße 8 (seltener weniger), zumeist mit den Filamenten zu einer auf der Oberseite offenen Röhre verbunden. Fruchtknotenblätter meist 2. Kapsel, Nuß oder Steinfrucht.

Die *Polygalaceae* lassen sich als eine Seitenreihe, vor allem charakterisiert durch den stark zygomorphen Blütenbau, den vorhergehenden Familien anreihen.

Balsam- und Harzgänge fehlen. Bei stark xerophilen Arten findet sich Dornbildung. Anomaler Holzbau bei einigen klimmenden Formen (*Securidaca*, *Bredemeyera*). Insektenbestäubung, doch auch Autogamie. Bei einigen *Polygala*-Arten (*P. polygama*, *P. paucifolia* — Nordamerika) finden sich oberirdische chasmogame und unterirdische kleistogame Blüten. Langgeflügelte Früchte bei *Securidaca*, Samen mit langem Haarschopf bei *Bredemeyera*.

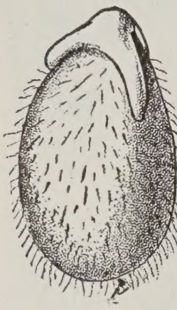


Abb. 507. *Polygalaceae*. — Samen v. *Polygala vulgaris* mit Caruncula. — Vergr. — Nach Chodat.

Polygala, artenreiche und weitverbreitete Gattung, größter Artenreichtum in Amerika. Offizinelle Teile liefern: *P. Senega* (Nordamerika) die „Radix Senegae" und *P. amara* (Europa), die „Herba Polygalae". Verbreitete europäische Arten: *P. vulgaris* mit mehreren Rassen, *P. amarella*, *P. major* (Südosteuropa, Orient) etc. — Die Gattung *Epirhizanthus* umfaßt saprophytisch lebende, chlorophyllfreie Arten mit reduzierten Blättern (Java, Sumatra etc.); vgl. Abb. 506, Fig. 6. — *Xanthophyllum* (Indien und Australien), Bäume. Durch den einfächerigen Fruchtknoten, die ± freien Staubgefäße von den übrigen *P.* verschieden und nach Gagnepain Repräsentant einer eigenen (7.) Familie, der ***Xanthophyllaceae***.

8. Familie: ***Trigoniaceae***[176]). Bäume oder Sträucher, vielfach klimmend. Blüten schräg-zygomorph. Staubgefäße 2 bis 6. Gynöceum dreiblättrig. Kapsel.

Bei *Trigonia* (tropisches Amerika) ist ein Blumenkronblatt gespornt.

9. Familie: ***Vochysiaceae***[177]). Holzpflanzen, seltener Kräuter. Blüten schräg-zygomorph. Von den 5 Kelchblättern ist eines gespornt. Blumenkronblätter selten 5, meist 3 bis 1. Nur 1 fruchtbares Staubgefäß. Fruchtknoten 3blättrig. Kapsel.

Gleich den *Trigoniaceae* von ähnlicher systematischer Stellung wie die *Polygalaceae*, aber noch stärker abgeleitet.

Vochysia, *Qualea* (beide im tropischen Amerika).

10. Familie: ***Anacardiaceae***[178]). (Abb. 508 bis 510.) Holzpflanzen mit wechselständigen, nebenblattlosen, einfachen oder zusammengesetzten

---

bot. Ges., X., 1905. — Gagnepain F., Contrib. à la connaiss. d. *Xanthophyllum*. Journ. de Bot., 2. sér., I., 1908. — Schadowsky A., Beitr. z. Embryol. d. Gttg. *Epirhizanthus*. Biol. Zeitschr., Moskau, II., 1912. — Jauch B., Quelqu. points de l'anat. et de la biol. d. *P.* Bull. soc. bot. Genève, 2. sér., X., 1918.

[176]) Petersen O. G. in E. P., III. 4, S. 309, 1896; Nachtr. IV, S. 163. — Barth F., Anat. comp. de la tige et de la feuille des Trig. et des Chailletiac. Bull de l'herb. Boiss., IV., 1896.

[177]) Petersen O. G. in E. P., III. 4, S. 312, 1896.

[178]) Engler A. in E. P., III. 5, S. 138, 1892; Nachtr. III, S. 196; Nachtr. IV, S. 185. — Diels L., Die Epharmose der Vegetationsorgane bei *Rhus* L. § *Gerontogeae*. Bot. Jahrb. f. Syst. etc., XXIV., 5. Heft, 1898. — Moebius M., Der japan. Lackbaum *Rhus vernicifera*.

Blättern. Blüten aktinomorph mit Andeutungen von Zygomorphie, zwitterig oder eingeschlechtig. Kelch und Korolle 5zählig. Staubgefäße 5 bis 10. Fruchtknoten 1- bis 5blättrig und ebensoviel-fächerig, in jedem Fache mit 1 Samenanlage. Samenanlagen apotrop, mit dorsaler Raphe. Früchte Schließfrüchte, kapsel- oder steinfruchtartig.

Die Familie schließt sich nicht den unmittelbar vorhergehenden (welche eine kleine Seitenreihe mit zygomorphen Blüten darstellen) an, sondern den Meliaceen. Mit ihr beginnt eine Seitenreihe der *Terebinthales*, in welcher apotrope Samenanlagen vorherrschend sind und welche gleichfalls wieder mit zygomorphen Blüten abschließt.

In histologischer Hinsicht sind die *Anacardiaceae* durch bast- oder rindenständige Harzgänge charakterisiert. Insektenbestäubung. Flügelbildung an der Frucht selbst oder durch Heranwachsen von Kelch- und Blumenkronblättern mehrfach. Eine eigentümliche Flugeinrichtung besitzt *Cotinus Coggygria*; hier werden die Stiele fehlschlagender Blüten der Infloreszenz

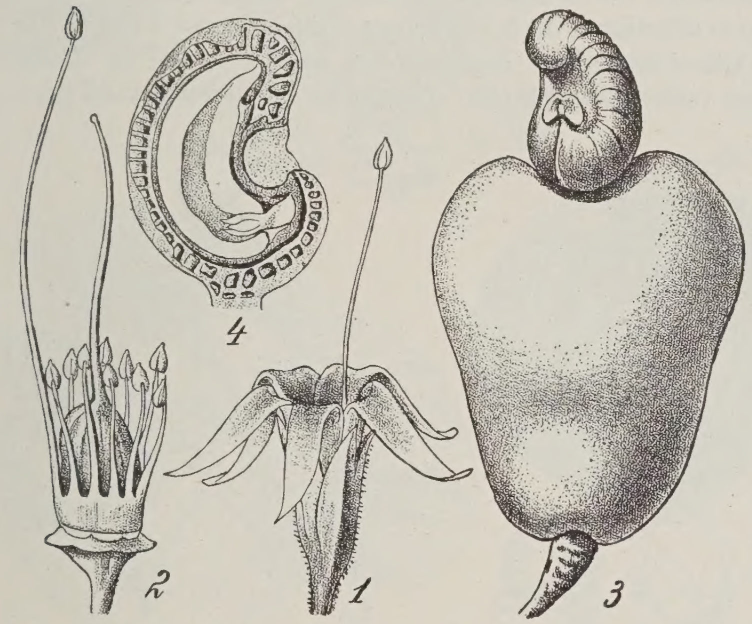


Abb. 508. *Anacardiaceae*. — *Anacardium occidentale*. — Fig. 1. Blüte. — Fig. 2. Andröceum und Gynöceum. — Fig. 3. Frucht mit Fruchtstiel. — Fig. 4. Längsschn. durch die Frucht. — Fig. 1 u. 2 vergr., Fig. 3 u. 4 verkl. — Nach Vogtherr.

Abb. 509. *Anacardiaceae*. *Pemphigus*-Galle auf *Pistacia Terebinthus*. — Nat. Gr. — Original.

durch Heranwachsen der Behaarung zu federartigen Gebilden (Abb. 510, Fig. 3). Aporogamie (Wachstum des Pollenschlauches durch Funiculus und Chalaza) bei *Rhus*. Parthenokarpie bei einzelnen Gattungen.

A. Gynöceum 1blättrig oder mit freien Fruchtknotenblättern: *Mangifera* (indomalayisch). *M. indica* und *M. laurina* liefern genießbare Steinfrüchte („Mango") und werden (besonders erstere) in den Tropen viel kultiviert. — *Anacardium* (tropisch. Amerika, sonst kultiviert). Die Schließfrucht („Elephantenlaus") sitzt dem bedeutend vergrößerten, fleischig gewordenen Fruchtstiel auf. *A. occidentale*, „Kaschou oder Acajou" liefert genießbare Fruchtstiele, ölreiche genießbare Samen und Acajou-Gummi. Letzteres wird auch von anderen Arten gewonnen. — *B*. Fruchtknoten mit 3—5 verbundenen Fruchtknotenblättern: *Spondias*;

Abh. Senckenb. Naturf. Ges., XX., 1899. — Grimm J., Entwickl. Unters. bei *Rhus* u. *Coriaria*, Flora, CIV., 1914.

mehrere Arten liefern genießbare Früchte und werden in den Tropen viel kultiviert, so *S. purpurea*, *S. dulcis* u. a. — *C.* Fruchtknoten 3blättrig, aber nur 1 Samenanlage sich weiter entwickelnd: *Pistacia.* Perianthium einfach. *P. Terebinthus* und *P. Lentiscus* im europäischen Mediterrangebiete verbreitet, erstere weiter nach Norden gehend. Besonders letztere liefert Mastix-Harz, erstere Cyrischen oder Chios-Terpentin; Früchte genießbar (gewürzig); Samen ölreich. Die von *Pemphigus pistaciae* hervorgerufenen, schotenförmigen Gallen von *P. Terebinthus* sind gerbstoffreich und kommen als „Carobbe di Giudei“ in den Handel (Abb. 509). *Pistacia vera* (Orient, im Mediterrangebiete kultiviert) liefert ölreiche, genießbare Samen (Pistazien, Pistazienmandeln). — *Schinus.* Kelch und Blumenkrone, 10 Staubgefäße. *S. molle* (Zentral- und Südamerika; in tropischen und subtropischen Gebieten als Zierbaum viel kultiviert) liefert „amerikanischen Mastix“. — *Rhus*, Sumach. Kelch und Blumenkrone, 5 Staubgefäße. Die gerbstoffreichen Teile vieler *Rhus*-Arten werden technisch verwendet, so von *R. Coriaria* (Mittelmeergebiet); analoge Anwendung finden die durch Blattläuse auf *R. semialata* (Indien, Japan, China) verursachten Gallen („Chinesische“ und „Japanische Galläpfel“), welche auch in einzelnen Ländern offizinell sind. „Japanische Lacke“ aus dem Harz von *R. succedanea*, *R. vernicifera*, *R. venenata*[179]); Wachs aus dem Mesokarp von *R. succedanea* u. a. Mehrere Arten intensiv giftig, so *R. Toxicodendron* (Giftsumach) aus Nordamerika und Ostasien. In Gärten häufig als Zierpflanze kultiviert: *R. typhina*, der Essigbaum (Nordamerika). — *Cotinus Coggygria*, der Perückenbaum, Charakterpflanze der das Mittelmeergebiet umgebenden Länder, auch in Asien, liefert „Gelbholz“ und in der Gerberei verwendete Blätter. Häufig als Zierstrauch kultiviert.

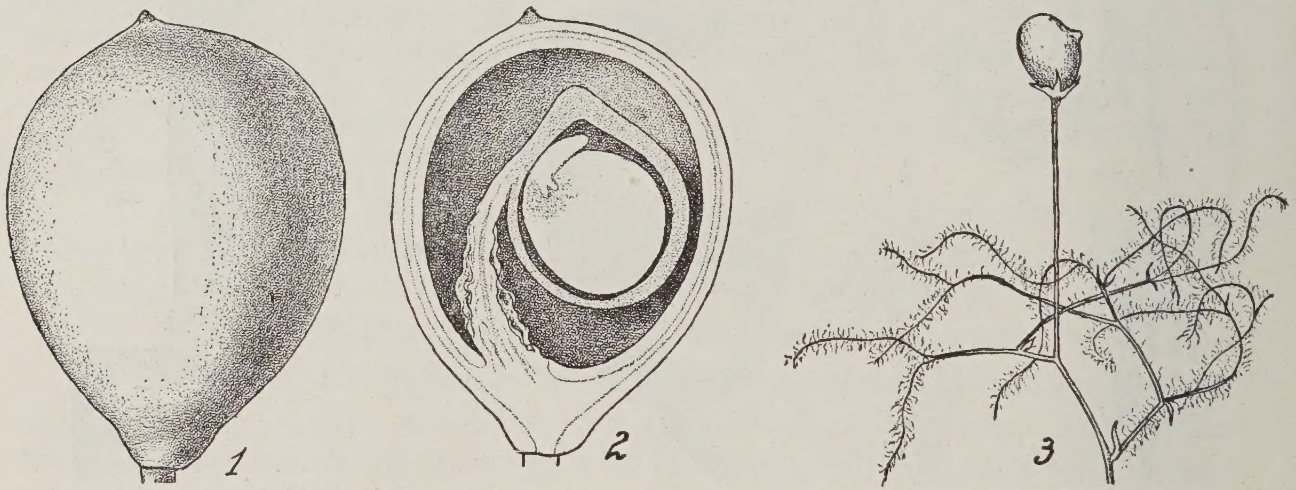


Abb. 510. *Anacardiaceae.* — Fig. 1. Frucht von *Pistacia Lentiscus.* — Fig. 2. Dieselbe längs durchschn. — Fig. 3. Stück eines Fruchtstandes von *Cotinus Coggygria.* — Fig. 1 u. 2 dreifach vergr., Fig. 3 nat. Gr. — Original.

11. Familie: **Sapindaceae**[180]). (Abb. 511 und 512.) Vorherrschend Holzpflanzen, nicht selten mit Ranken klimmende Lianen. Blüten zumeist durch Rückbildung eingeschlechtig, aber ♂ und ♀ Blüten auf derselben Pflanze, schräg zygomorph, 4- bis 5zählig. Zwischen Korollblättern und Staubgefäßen ein ringförmiger Diskus. Staubgefäße meist doppelt so viele als Blumenkronblätter oder durch Reduktion einzelner 6—8, selten

[179]) Majima R. und Cho S., Über d. Hauptbestandt. d. japan. Lacks. Journ. of the coll. of sc. imp. Univ. Tokyo, XXV., Art. 6, 1908.

[180]) Radlkofer L. in E. P., III. 5, S. 277, 1895; Nachtr. III, S. 202; Nachtr. IV, S. 191; Monogr. d. Gattung *Paullinia*, Abh. d. k. bayr. Akad., XIX., 1895/96; Üb. d. Gttg. *Allophylus* etc., Sitzb. d. bayr. Akad. d. W., XXXVIII., 1908. — Perrot E. et Guerin P., Les *Didiera* de Madag. Trav. Lab. Mat. med. École sup. Pharm. Paris, I., 1902/3.

vermehrt. Fruchtknoten meist 3fächerig. Kapseln, Schließfrüchte, Spaltfrüchte, Beeren oder Steinfrüchte. Samen ohne Nährgewebe, häufig mit Arillus.

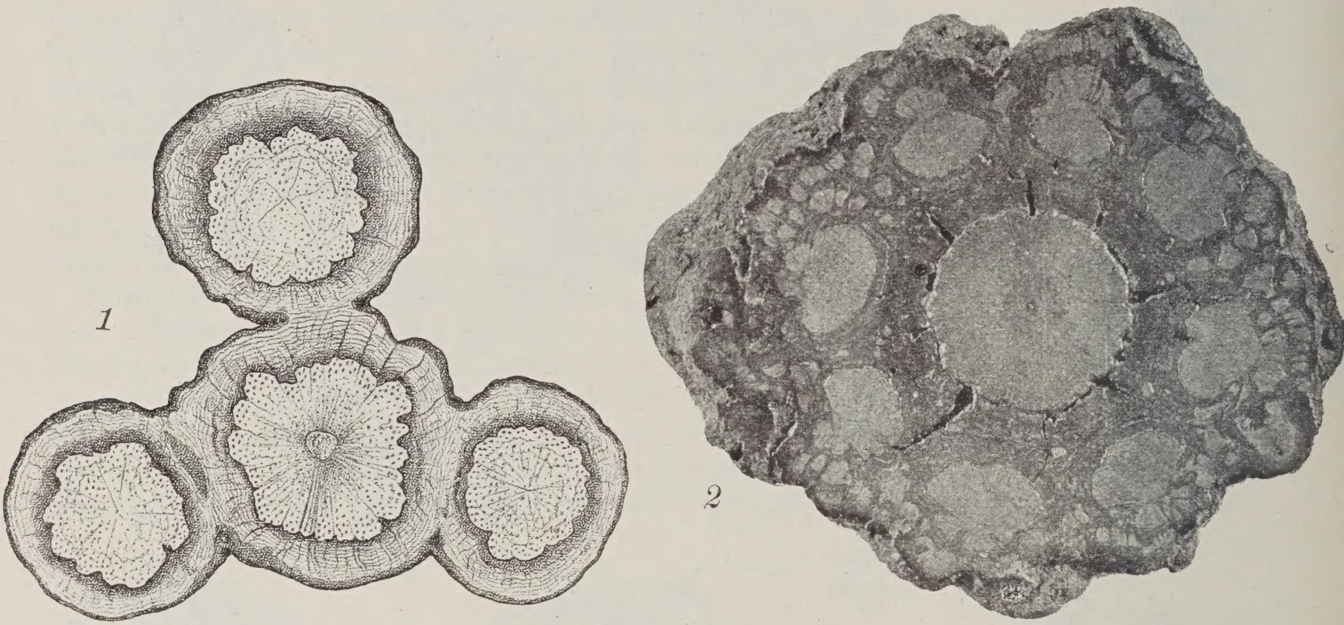
Abb. 511. *Sapindaceae.* — Fig. 1—6. *Serjania glutinosa*; Fig. 1 Teil einer Infloreszenz; Fig. 2 u. 3 zwitterige Blüte; Fig. 4 u. 5 ♂ Blüte (3 u. 5 nach Entfernung der Blumenkrone); Fig. 6 oberes Kronenblatt. — Fig. 7. Frucht von *Serjania grandiflora.* — Fig. 8. Fr. von *Xanthoceras sorbifolia.* — Fig. 9. Fr. von *Koelreuteria paniculata.* — Fig. 10. Samen von *Cupana americana; ar* Arillus. — Fig. 11. Derselbe durchschn. — Fig. 1, 7, 8, 9 nat. Gr., 2—6, 10, 11 vergr. — Fig. 1—6 nach Radlkofer, 7—11 Original.

Der Stamm der Lianen mit anomalem Holzbau (Abb. 512). In den vegetativen Organen regelmäßig Sekretzellen mit milchsaftartigem oder harzigem Inhalte. Verschleimende Epidermiszellen häufig. Die bei vielen Arten vorkommenden, gabelig geteilten Ranken sind metamorphe sterile Infloreszenzachsen. Insektenbestäubung. Von Verbreitungsmitteln der Früchte ist insbesondere häufige Flügelbildung zu erwähnen; widerhakige Emergenzen an den Früchten von *Nephelium lappaceum*, Schwimmeinrichtungen bei *Dodonaea*, *Paullinia*-Arten usw.

Formenreiche Familie der Tropen. — Technisch verwertete Hölzer von großer Härte liefern *Thouinia striata* (Westindien) „Quebracho“, *Stadmannia oppositifolia* (Mauritius) „Eisenholz“ u. a. — Früchte mit genießbarem Fruchtfleische liefern *Allophylus edulis*

(Südamerika), *Aphania senegalensis* (Afrika) u. a. Die fleischige Samenhülle ist genießbar bei *Litchi chinensis*, die in neuerer Zeit als „chinesische Pflaume" vielfach nach Europa kommt, bei *Nephelium lappaceum* („Rambutan" der Malayen), bei *Melicoccus bijugata*, der „Honigbeere" u. a. Mehrere Arten besitzen ölreiche Samen, die anderer sind giftig. — In extratropischen Gärten werden als Zierbäume *Koelreuteria paniculata* (China) und *Xanthoceras sorbifolia* (China) kultiviert. — Die brasilianische *Paullinia Cupana* liefert die koffeinhaltige, auch medizinisch verwendete „Pasta Guarana". — Die Früchte von *Sapindus*-Arten (trop. u. subtrop.) kommen als „Seifenbeeren" in den Handel und werden wegen des Saponingehaltes im Fruchtfleische wie Seife verwendet. — Artenreichste Gattungen: *Serjania* (tropisch. Amerika), *Paullinia* (tropisch. Amerika, vereinz. Afrika), *Allophylus* (Tropen, besonders Amerika).

1



2

Abb. 512. *Sapindaceae*. — Fig. 1. Stammquerschnitt einer brasilianischen *Serjania*-Art (Liane). — Fig. 2. Stammquerschn. einer brasilianischen *Paullinia*-Art (Liane). — Nat. Gr. — Original.

12. Familie: **Akaniaceae**[181]). — *Akania* (Ostaustral.).

13. Familie: **Aextoxicaceae**[181]). — *Aextoxicon* (Chile).

14. Familie: **Aceraceae**[182]). (Abb. 513.) Holzpflanzen mit gegenständigen häufig anisophyllen Blättern. Blüten zwitterig oder durch Abort einge-

---

[181]) Stapf O., *Akaniaceae*, a new fam. of *Sapind.*, Kew. Bull., 1912. — Pax F., in 94. Jahresb. schles. Ges., 1917.

[182]) Pax F. in E. P., III. 5, S. 263, 1893; in Engler A., Das Pflanzenreich, IV. 163., 1902. — Trelease W., Sugar Maples, with a Winter Synops of all N. A. Maples. Rep. of the Missouri Bot. Gard., V., 1894. — Schwerin Grf. v., Die Varietäten d. Gattg. *Acer*. Gartenfl., 1893, S. 161. — Warsow G., Syst.-anat. Unters. d. Blattes bei der Gattung *Acer*. Beih. bot. Zentralbl., XV., 1903. — Haemmerle, *Acer Pseudoplatanus*. Biblioth. bot., Heft L, 1900. — Rehder A., The Maples of East. Cont. As. in Sargent, Trees and Shrubs, I., 1905. — Simonkai L., Consp. *Acerorum* Hung. etc. Növen. Közlemények, VII., 1908. — Rössler W., Ein neuer Fall d. Durchg. d. Pollenschlauches d. d. Integ. Ber. d. deutsch. bot. Ges., XXIX., 1911. — Mottier D. M. Mitos. in the Pall. of *Acer Neg.* and *Staphylea*. Ann. of Bot., XXVIII., 1914. — Taylor W. R., A morph. and cytol. study of *Acer*. Contr. Lab. Univ. Pennsylv., V., 1920.

schlechtig, aktinomorph, manchmal apopetal. Kelch und Korolle 4- bis 5zählig, aber auffallend häufig bei derselben Pflanze in bezug auf die Zahl wechselnd, auch vermehrt. Diskus intra- oder extrastaminal. Staubgefäße doppelt so viele wie Blumenkronblätter oder weniger (oft 8). Fruchtknoten 2fächerig. Geflügelte Spaltfrüchte. Samen ohne Nährgewebe und ohne Arillus.

Verwandtschaft mit den Sapindaceen zweifellos. Mit Hinblick auf diese ist das häufige abnorme Vorkommen trimerer Fruchtknoten bemerkenswert. Sekretschläuche häufig. Insektenbestäubung (nur *Acer Negundo* anemogam). Verteilung der verschiedenen Blütenformen (♂, ♀ und ⚥) außerordentlich wechselnd. Aporogamie (Wachstum des Pollenschlauches durch das Integument) bei *Acer Negundo*.

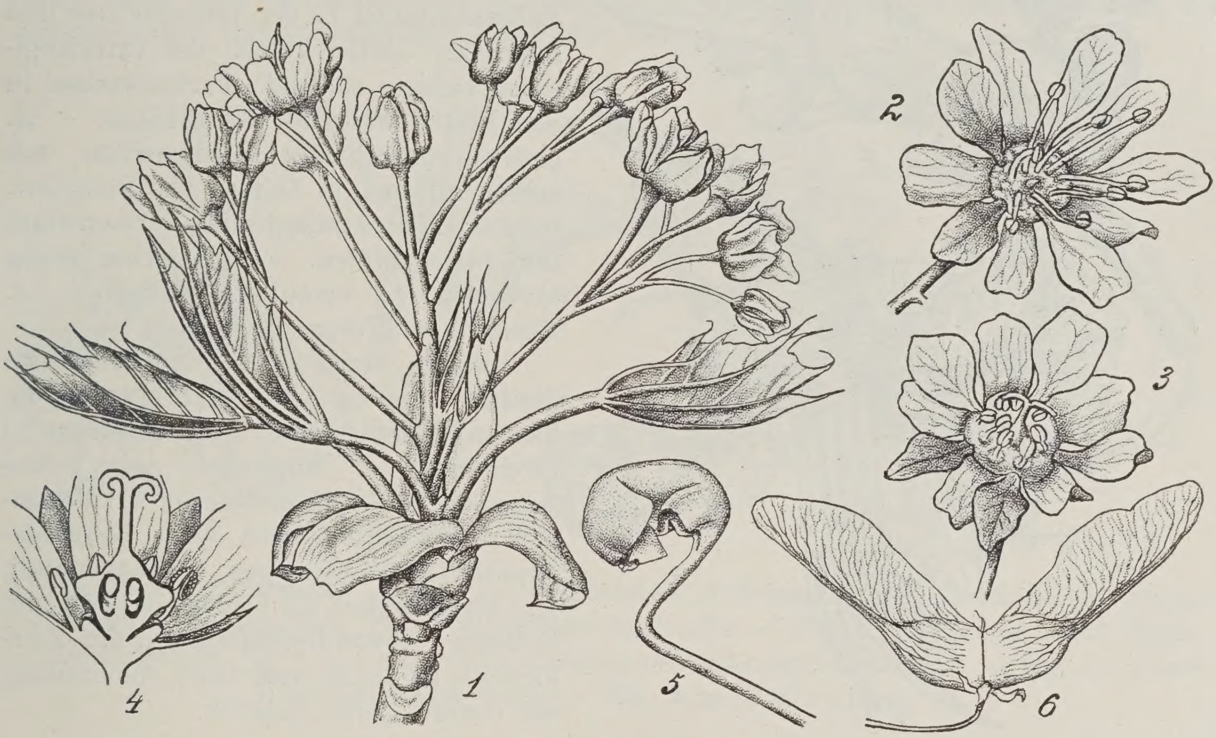


Abb. 513. *Aceraceae. Acer platanoides.* — Fig. 1. Infloreszenz. — Fig. 2. ♂, Fig. 3 zwitterige Blüte. — Fig. 4. Mittlerer Teil einer zwitterigen Blüte, längs durchschn. — Fig. 5. Keimling nach dem Verlassen des Samens. — Fig. 6. Frucht. — Fig. 1, 5, 6 nat. Gr., 2—4 vergr. — Original.

Acer, Ahorn, artenreiche und insbesondere in gebirgigen Teilen extratropischer Gebiete verbreitete Gattung. Häufige europäische Arten: *A. campestre*, Feldahorn, formenreich (Mittel- und Südeuropa), *A. Pseudoplatanus*, Bergahorn (Mittel- und Südeuropa, Vorderasien), *A. platanoides*, Spitzahorn (Mitteleuropa und Vorderasien), *A. monspessulanum*, verbreitet im Gebiete des Mittelmeeres, auch Westeuropa. — Nordamerikanische Arten (in Europa viel kultiviert): *A. rubrum* und *A. dasycarpum*, Silberahorn (beide atlantisches Nordamerika, letztere mit apopetalen Blüten), *A. Negundo* (atlantisches Nordamerika, Blätter gefiedert), *A. saccharum*, Zuckerahorn u. a. m. — Sehr artenreich sind Japan und die ostasiatischen Gebirge; aus beiden Gebieten erhielten die europäischen Gärten viele Bereicherungen. — Aus dem Safte mehrerer Arten (besonders der zuletzt genannten nordamerikanischen Art) wird Zucker gewonnen[183]).

---

[183]) Vgl. Molisch H., Pflanzenphys. als Th. d. Gärtn., 3. Aufl. Jena. 1920.

15. Familie: **Hippocastanaceae**[184]). (Abb. 514.) Holzpflanzen mit gegenständigen, häufig anisophyllen, fingerförmig geteilten Blättern. Blüten unregelmäßig, zwitterig oder durch Abort eingeschlechtig. Kelchblätter 5, Blumenkronblätter 4—5, Staubgefäße 5—8. Fruchtknoten 3fächerig. Kapsel. Samen ohne Nährgewebe und ohne Arillus.

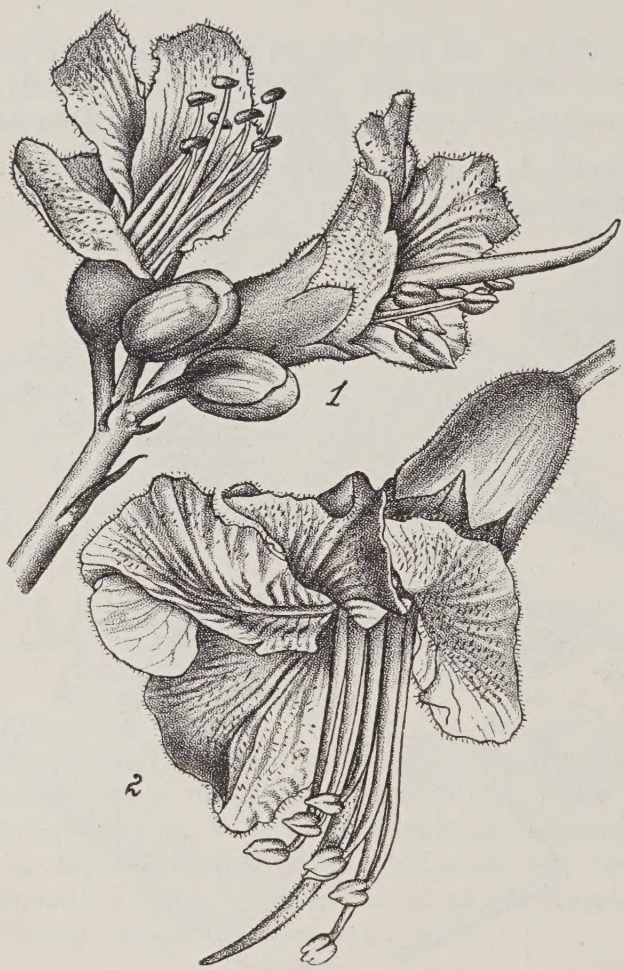


Abb. 514. *Hippocastanaceae. Aesculus Pavia.* — Fig. 1. Teilinfloreszenz. — Fig. 2. Zwitterblüte. — Vergr. — Original.

Verwandtschaft mit den Sapindaceen zweifellos. Sekretzellen in den vegetativen Organen. Insektenbestäubung. In derselben Infloreszenz zwitterige und ♂ Blüten.

Aesculus, Roßkastanie. — *A. Hippocastanum*, wildwachsend in Gebirgen der Balkanhalbinsel, zu den verbreitetsten und schönsten Gartenbäumen der extratropischen Gebiete zählend. Farbenwechsel in den Blüten während des Blühens. — *A. glabra* (nordöstliches Nordamerika), mit gelben Blüten, in Gärten viel kultiviert, ebenso *A. Pavia* (atlantisches Nordamerika) mit roten Blüten. — In Gärten häufig Hybriden, so besonders *A. carnea* (*A. Pavia* × *A. Hippocastanum*).

Als in bezug auf ihre systematische Stellung fraglich seien hier erwähnt die kleinen Familien der (16.) **Sabiaceae**[185]) (*Meliosma* — tropisches Asien und Amerika), (17.) **Melianthaceae**[186]) (*Melianthus* — Südafrika) und (18.) **Corynocarpaceae**[187]) (*Corynocarpus* — Neuseeland). Die Zugehörigkeit der beiden letzteren zum weiteren Verwandtschaftskreise der *Terebinthales* ist kaum zweifelhaft, die Stellung der ersteren ganz unsicher.

Anhangsweise sei hier auch die folgende Familie angeführt, welche vielfach zu den *Gruinales* gestellt wurde, von denen sie aber schon durch die apotropen Samenanlagen stark abweicht. Sero-diagnostisch reagierte sie positiv mit den *Celastraceae* und *Simarubaceae*.

---

[184]) Pax F. in E. P., III. 5, S. 273, 1893.

[185]) Warburg O. in E. P., III. 5, S. 367, 1896; Nachtr. III, S. 210. — Dihm, Das Blatt d. Gttg. *Meliosma*. Beih. bot. Zentralbl., XXI., Abt. 1, 1907. — Le Renard A., Rech. anat. s. l. tige et l. feuille d. Sab. Journ. de Bot., XXI., 1908

[186]) Gürke M. in E. P., III. 5, S. 374, 1896. — Cavara F., Sulla ornitofilia d. *Melianthus maj.* Boll. Soc. Bot. It., 1904.

[187]) Engler A. in E. P., Nachtr. III, S. 215, 1897. — Tieghem Ph. v., Sur les g. Pentaphylace et Coryonocarpe etc., Journ. d. Bot., XIV., 1900. — Hemsley W. B., On the gen. *C.* etc. Ann. of Bot., XVII., 1903, XVIII., 1904. — Rocchetti B., Il *C. laevig.* e le sue affin. nat. Boll. Ort. bot. Palermo, VI., 1907.

19. Familie: **Balsaminaceae**[188]). (Abb. 515.) Krautige, meist saftige und kahle Pflanzen mit fiedernervigen Blättern, ohne Nebenblätter (an ihrer Stelle mitunter Drüsen). Blüten zygomorph. Kelch oft korollinisch. 5- bis 3blättrig (im letzteren Falle durch Ausfall der beiden vorderen Blätter); das rückwärtige Kelchblatt gespornt. Kronblätter 5, die 4 oberen manchmal paarweise miteinander verbunden. Staubgefäße 5, mit verbundenen, den oberen Teil des Gynözeums bedeckenden Antheren. Fruchtknoten 5fächerig. Frucht eine fachspaltig aufspringende, saftige Kapsel.

Insektenbestäubung, doch wurde auch bei einzelnen (trop.) Arten Vogelbesuch beobachtet. Kleistogame Blüten nicht selten. Die Klappen der aufspringenden Frucht rollen sich bei *Impatiens* mit solcher Kraft ein, daß die Samen ausgeschleudert werden. Bei einigen Arten dieser Gattung verkümmert die Hauptwurzel des Embryos. Am Mikropylarende des Embryosackes Haustorienbildung (vgl. Abb. 347, Fig. 2).

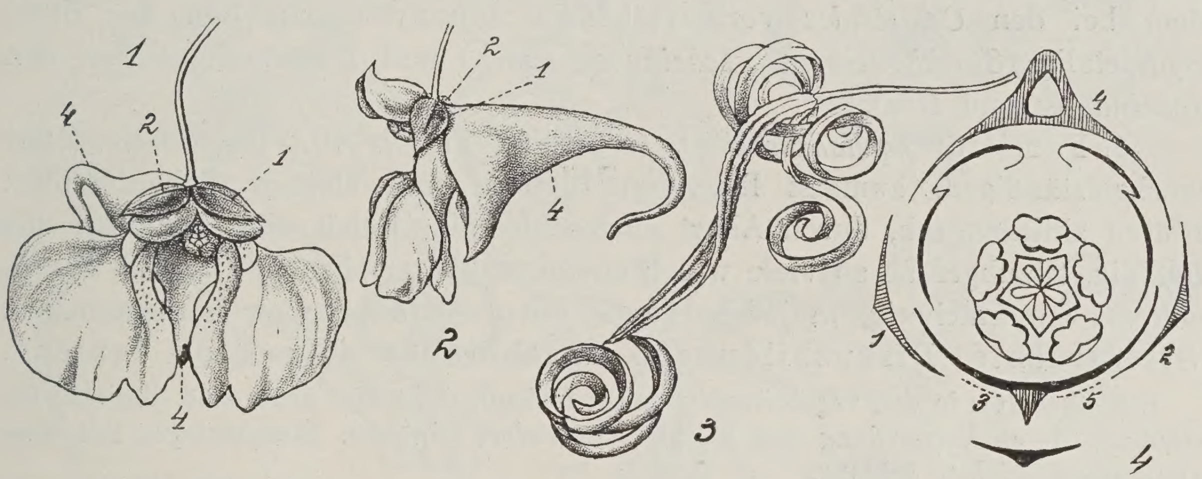


Abb. 515. *Balsaminaceae.* — Fig. 1—3. *Impatiens Noli-tangere*; Fig. 1 Blüte von vorne; Fig. 2 Blüte von der Seite; Fig. 3 aufspringende Frucht. — Fig. 4. Diagramm von *I. Roylei.* — Die Ziffern in Fig. 1 u. 2 stimmen mit denen des Diagrammes überein. — Fig. 1—3 nach Reichenbach (modif.), Fig. 4 nach Eichler.

Impatiens mit zahlreichen Arten in den Tropen der Alten Welt, nur wenige Arten in den extratropischen Gebieten Europas, Asiens und Amerikas. In Europa und Asien verbreitet: *I. Noli-tangere*, „Springkraut", „Rührmichnichtan". Schattenpflanze mit chasmogamen gelben oder kleistogamen Blüten (Keimungsbedingungen noch unbekannt). *I. parviflora* (Sibirien), in neuerer Zeit in Europa eingeschleppt und sich stellenweise sehr verbreitend. *I. aurea* in Nordamerika. — Eine beliebte, in vielen Rassen kultivierte Zierpflanze ist *I. Balsamina*, die Balsamine (Ostindien), ferner werden ab und zu in Gärten kultiviert *I. Roylei* und *I. amphorata* (Ostindien), in Gewächshäusern besonders *I. Sultani* und *I. Holstii* (Ostafrika). Lokal werden die vegetativen Organe mehrerer Arten zum Färben verwendet. — *Hydrocera*, Frucht eine Beere. Tropisch-asiatische Sumpfpflanze.

---

[188]) Warburg O. u. Reiche K. in E. P., III. 5, S. 383, 1895; Nachtr. III, S. 210; Nachtr. IV, S. 192. — Brunotte C., Recherch. embryog. et anatom. sur quelques esp. d'*Impatiens* etc. Nancy 1900. — Hooker J. D., An Epitome of the Br. Ind. Spec. of *Impatiens*, I. u. II., Rec. Bot. Surv. India, IV., 1904 u. 1905; Les esp. d. g. *Imp.* d. l'Herb. d. Mus. d. Paris, N. Arch. Mus. Hist. nat., X., 2., 1909. — Ottley A. A., A Contrib. to the life hist. of *Impat. Sult.* Bot. Gaz., LXVI., 1918.

27. Reihe. *Celastrales.*

Vorherrschend Holzpflanzen mit einfachen Blättern. Sekretbehälter in den vegetativen Organen vorhanden oder häufiger fehlend. In den Blüten fast stets auffallende Diskusbildungen. Staubgefäße in der Regel in der Zahl mit den Blumenkronblättern übereinstimmend und mit diesen abwechselnd gestellt. Samenanlagen in den weitaus meisten Fällen mit der Mikropyle nach oben und mit dorsaler Raphe oder auch mit der Mikropyle nach unten und mit ventraler Raphe (apotrop).

Die phylogenetischen Beziehungen der Reihe zu der vorhergehenden sowie zu den *Tricoccae* sind ziemlich zweifellos und wurden auch schon bei Besprechung der *Terebinthales* hervorgehoben; vgl. auch S. 714. Beachtenswert erscheint das auch schon betonte ziemlich häufige Vorkommen von Eigentümlichkeiten, welche sich bei den Sympetalen wiederfinden, so außer dem bei den *Celastrales* vorherrschenden tetrazyklischen Bau der Blüte Sympetalie (*Stackhousiaceae, Icacinaceae* usw.) und 1 Integument (bei den *Icacinaceae* und *Ilex*).

1. Familie: ***Aquifoliaceae***[189]). (Abb. 516, Fig. 7—10.) Holzpflanzen mit wechselständigen, zumeist lederigen Blättern und kleinen Nebenblättern. Blüten aktinomorph, durch Abort eingeschlechtig. Kelch und Korolle 4- bis 5zählig. Staubgefäße so viele wie Blumenkronblätter. Fruchtknoten 2- bis 4-, seltener mehrfächerig, in jedem Fache mit 1—2 hängenden Samenanlagen. Steinfrüchte. Diskusbildungen unscheinbar oder ganz fehlend.

Sekretbehälter in den vegetativen Organen fehlend. Fast alle Arten sind diözisch. Bestäubung durch Vermittlung von Insekten, besonders Dipteren. Samenanlagen mit einer Obturator-ähnlichen Bildung.

Vorherrschend tropisch oder subtropisch. — *Ilex.* Blumenkronblätter am Grunde etwas verbunden. — *I. Aquifolium,* Stechpalme, englisch Holly, in West-, Mittel- und Südeuropa. Häufig als Zierpflanze in zahlreichen Formen kultiviert. Dornige Blattränder im unteren Teile der Pflanze, manchmal die Blattflächen auch dornig (f. *ferox*). *I. paraguariensis* (subtropisches Südamerika, viel kultiviert) mit einer Reihe von Formen, liefert in den koffeinhaltigen Blättern die „Yerba de Maté“, den „Maté-Tee“[190]) oder „Paraguay-Tee“. — Zahlreiche Arten in Südamerika; einige nordamerikanische und japanische Arten auch in europäischen Gärten gezogen, so *I. Cássine* (Nordamerika), *I. glabra* (Nordamerika). *I. opaca* (Nordamerika) liefert geschätztes Werkholz.

2. Familie: ***Celastraceae***[191]). (Abb. 516, Fig. 1—6.) Holzpflanzen mit gegen- oder wechselständigen Blättern, mit Nebenblättern. Blüten aktino-

---

[189]) Kronfeld M. in E. P., III. 5, S. 183, 1892; Nachtr. III, S. 197; Nachtr. IV, S. 186. — Trelease W., Revis. of North Am. Ilic. and Celastr. Transact. Acad. Sc. Louis, V. — Loesener Th. Monographia Aquifoliac. I., Nova Acta Leop. Carol. Acad., Bd. 78, 1901; II., l. c., Bd. 89, 1908. — Thévenard M., Rech. histol. s. l. Ilicac. Tray. d. Lab. de Mat. med. Ec. sup. de Pharm. Paris, IV., 1906. — Schürhoff P. N., Die Entwickl.-Gesch. v. *Ilex aquif.*, Ber. d. d. bot. Ges., XXXIX., 1921.

[190]) Vgl. Loesener Th., Beitr. z. Kenntn. d. Matépflanzen. Ber. d. deutsch. pharmac. Ges., 1896. — Cador L., Der Paraguay-Tee. Stuttgart 1903.

[191]) Vgl. Loesener Th. in E. P., III. 5, S. 189, 1892; Nachtr. III, S. 198; Nachtr. IV, S. 186. Linsbauer K., Über die Nebenbl. v. *Evonymus.* Öst. bot. Zeitschr., XLIII., 1893. — Loesener Th., Über die geogr. Verbr. einiger Cel., Bot. Jahrb. f. Syst., 1897; Übers. d. bis jetzt bek. gew. chines. Celastr., Bot. Jahrb., Bd. 30, 1902. — King G., Celastr. malay. in

morph, zwitterig oder durch Abort eingeschlechtig. Kelch und Korolle 4- bis 5zählig. Staubgefäße 4—5. Fruchtknoten 4- bis 5fächerig, in jedem Fache mit 1—2, meist aufrechten Samenanlagen. Kapsel, Schließfrucht, Steinfrucht oder Beere. Samen meist mit Arillus (Fig. 6). Im Innern der Blüte deutliche Diskusbildung.

Sekretbehälter in den vegetativen Organen fehlen im allgemeinen; Harz respektive Kautschuk führende Zellen im Mesophyll bei mehreren Gattungen. Windende, mit Adventivwurzeln oder Dornen klimmende Stämme bei einigen *Celastrus*- und *Evonymus*-Arten. Infloreszenzen den Blättern aufsitzend bei *Polycardia* (Madagaskar). Blüten meist unscheinbar, Pollenübertragung besonders durch Dipteren. Samenverbreitung oft durch Tiere; Flügelfrüchte bei *Wimmeria* (Zentralamerika) u. a.

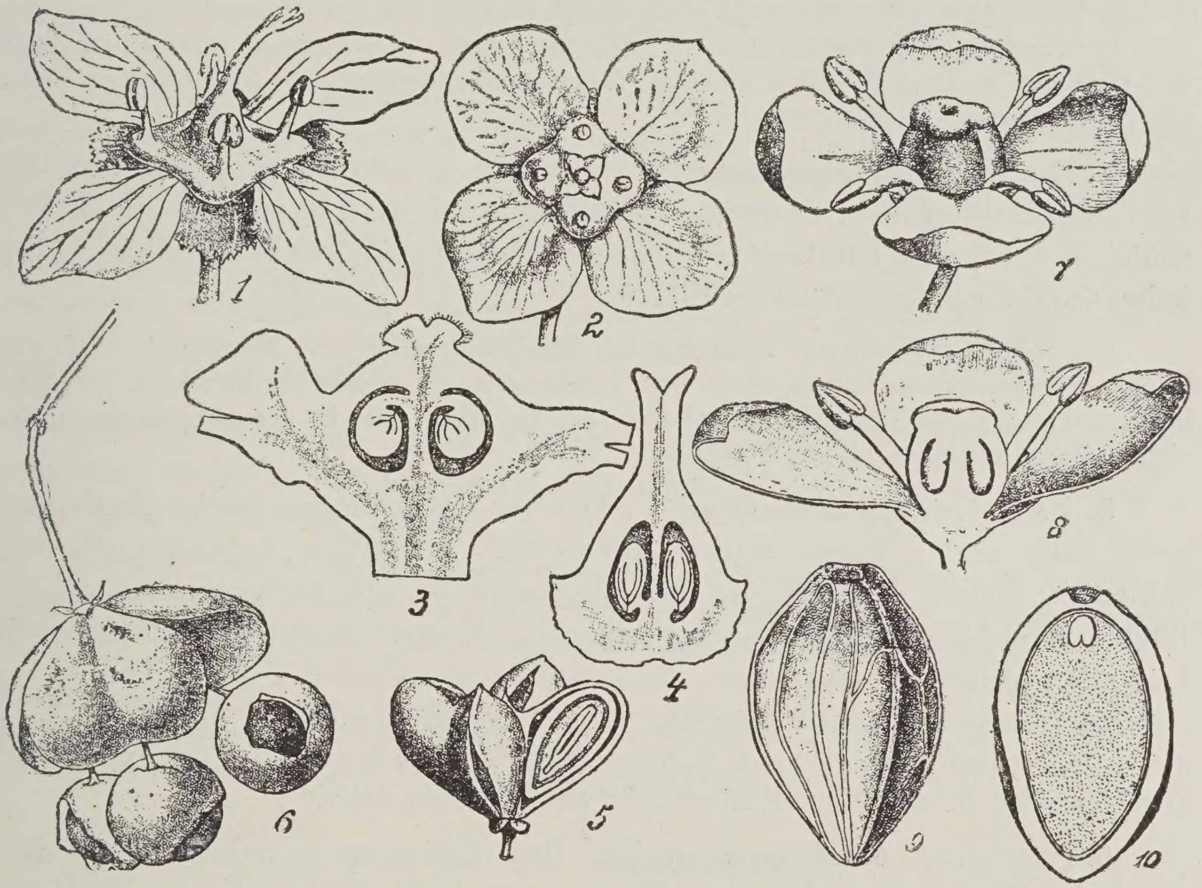


Abb. 516. *Celastraceae* (Fig. 1—6) und *Aquifoliaceae* (Fig. 7—10). — Fig. 1. Blüte von *Evonymus europaea.* — Fig. 2. Blüte von *E. verrucosa.* — Fig. 3. Längsschn. d. d. Diskus u. d. Fruchtkn. von *E. latifolia.* — Fig. 4. Längsschn. d. d. Fruchtkn. von *Gymnosporia.* — Fig. 5. Frucht von *E. atropurpurea* mit einem aufgeschn. Fache. — Fig. 6. Aufgesprungene Frucht von *E. verrucosa.* — Fig. 7. Zwitterige Blüte von *Ilex Aquifolium.* — Fig. 8. Dieselbe längs durchschn. — Fig. 9. Samen von *I. Aquifolium.* — Fig. 10. Derselbe längs durchschn. Alle Fig. vergr. — Fig. 1, 3—5 nach Loesener in E. P., Fig. 2 u. 6 Original, 7—10 nach Baillon.

Evonymus, Spindelbaum; Kapsel lokulizid. Artenreich, mit dem Verbreitungszentrum in Südostasien. In Europa verbreitet *E. europaea* (gemeiner Spindelbaum, „Pfaffenkäppchen"); in Südost- und Südeuropa, sowie in Vorder- und Ostasien *E. ver-*

Journ. As. Soc. Bengal., LXV., 1896. — Urban I., in Ascherson-Festschr., 1904. — Bally W., Zwei Fälle v. Polyembr. u. Parthenok. Verh. schweiz. nat. Ges., 98., 1916.

rucosa. E. japonica (Japan) wird in Südeuropa ganz allgemein in immergrünen Hecken kultiviert (häufig auch mit weißfleckigen Blättern). — *Celastrus scandens*, ein Baumwürger mit windendem Stamme (Nordamerika), hie und da in europäischen Gärten kultiviert. — „Saffranhout", „Bois d'or du Cap", Farbholz von *Cassine crocea* (Kapland). — Unter dem Namen „Khat" werden in Arabien und Ostafrika die Blätter von *Catha edulis* als Nervinum (Gehalt an Kathin und Celastrin) verwendet.

3. Familie: ***Salvadoraceae***[192]). Von den *Celastraceae* verschieden durch 1- bis 2fächerigen Fruchtknoten und schwächere Ausbildung des Diskus in der Blüte. Arillus fehlt. Beeren oder Steinfrüchte.

Die Familie wurde früher wegen der ab und zu vorkommenden Sympetalie zumeist zu den Sympetalen, und zwar in die Nähe der *Oleaceae* gestellt. Sie schließt sich vollkommen naturgemäß an die *Celastraceae* an und die Ähnlichkeiten mit den Oleaceen deuten eventuell auf einen Zusammenhang auch dieser Familie mit den *Celastrales* hin.

Größtenteils Steppensträucher Afrikas und Asiens. — *Salvadora persica*, verbreitet von Ostafrika bis Indien und Kleinasien. Steinfrucht genießbar; die ausgefransten Enden der Zweige dienen als Bürsten.

4. Familie: ***Staphyleaceae***[193]). Von den Celastraceen, sowie von den übrigen Familien der *Celastrales* vor allem durch die gefiederten Blätter verschieden. Dadurch habituell an manche *Terebinthales* erinnernd, aber ohne jedwede innere Sekretbehälter-Bildung.

Staphylea, Pimpernuß. Sträucher mit blasig aufgetriebenen dünnwandigen Kapselfrüchten. *S. pinnata* in Südosteuropa und Vorderasien, *S. colchica* im Kaukasus, *S. Emodi* im Himalaya, *S. trifoliata* im atlantischen Nordamerika; alle in extratropischen Gärten nicht selten kultiviert.

5. Familie: ***Hippocrateaceae***[194]). Von den Celastraceen, denen die Familie sehr nahe steht, hauptsächlich durch das 3zählige Andröceum verschieden. Häufig Lianen, die mit Zweigranken klimmen. Samen oft geflügelt, Keimblätter miteinander verbunden. Kautschukführende Elemente in fast allen Teilen.

Hippocratea, artenreich. Tropisches Amerika, Afrika und Asien. — *Salacia* von ähnlicher Verbreitung. Mehrere Arten besitzen eßbare Steinfrüchte, so *S. dulcis*, *S. silvestris* in Südamerika, *S. viridiflora*, *S. Roxburghii* im tropischen Asien.

6. Familie: ***Stackhousiaceae***[195]). Den *Celastraceae* nahestehend, aber durch das Vorherrschen krautiger Formen und durch die im oberen Teile miteinander verbundenen Petalen von ihnen auffallend verschieden.

Stackhousia, *Macgregoria*, Australien.

---

[192]) Knoblauch E. in E. P., IV. 2, S. 17, 1892. — Solereder H., Über die Zugehörigk. d. Gttg. *Platymitium* zur Fam. d. S. Ber. d. d. bot. Ges., XIV., 1896. — Engler A., Syllabus, 6. Aufl., 1909.

[193]) Pax F. in E. P., III. 5, S. 258, 1893. — Riddle L. C., Devel. of the embryo sac etc. of *Staphyl. trif.* Ohio Nat., V., 1905.

[194]) Loesener Th. in E. P., III. 5, S. 222, 1892; Nachtr. III, S. 202; Nachtr. IV, S. 188. — Radlkofer L. u. Solereder H. in Botan. Gaz., 1893, p. 200. — Fritsch F. E., Unters. üb. d. Vork. v. Kautschuk. Beih. z. bot. Zentralbl., XI., 1901.

[195]) Pax F. in E. P., III. 5, S. 231, 1893; Nachtr. IV, S. 189. — Pampanini R. e Bargagli-Petrucci G., Monogr. d. Fam. d. *St.* Bull. herb. Boiss., 2. sér., V., VI., 1905/06.

7. Familie: **Icacinaceae**[196]). (Abb. 517.) Holzpflanzen, häufig klimmend, seltener krautige Pflanzen. Blätter einfach, ohne Nebenblätter. Blüten aktinomorph, zwitterig oder durch Abort eingeschlechtig. Petalen manchmal miteinander verbunden. Fruchtknoten nur selten 2- bis 5fächerig, meist 1fächerig. Steinfrüchte, seltener Flügelfrüchte, stets 1samig.

Von den *Aquifoliaceae* und *Celastraceae* hauptsächlich durch den Mangel der Nebenblätter und durch den Bau des Fruchtknotens verschieden.

Sekret-(Schleim-)Gänge bei mehreren Formen nachgewiesen. Blüten meist sehr unscheinbar. Schwimmeinrichtungen an den Früchten häufig.

Ausschließlich in den Tropen. — Von *Villaresia Congonha* (Südbrasilien) werden die Blätter ähnlich wie Maté (auch unter diesem Namen oder als „Yapon") verwendet. — *Phytocrene* (indo-malayisch), Liane mit wasserreichen Stämmen. Samen mit großem, vielfach gewundenem Nährgewebe. Ähnlicher Samenbau bei *Gonocaryum* (indo-malayisch) (Fig. 517). Gagnepain trennt von den *Icacinaceae* die kleinen Familien der *Phytocrenaceae* und *Cardiopteridaceae* ab.

Abb. 517. Längsschn. durch die Frucht von *Gonocaryum pyrospermum*. — Nat. Gr. — Original.

Hier seien einige kleine Familien angeschlossen, deren systematische Stellung derzeit noch nicht geklärt ist, nämlich:

8. **Coriariaceae**[197]). Sträucher oder Kräuter. 10 Staubgefäße. Petalen bei der Fruchtreife vergrößert und zwischen die Fruchtknotenblätter sich legend. — *Coriaria myrtifolia* (westliches Mittelmeergebiet) liefert Gerbblätter („provenzalischer Sumach").

9. **Cyrillaceae**[198]). Holzpflanzen. 10 Staubgefäße. Antheren oft mit apikalen Poren sich öffnend. Samenanlage ohne Integumente (?). — Zentralamerika, südliches Nordamerika, nördliches Südamerika. — *Costaea, Cyrilla.*

10. **Pentaphylacaceae**[199]). — *Pentaphylax* (Hongkong).

28. Reihe. *Rhamnales.*

Vorherrschend Holzpflanzen mit einfachen oder zusammengesetzten Blättern. Blüten mit einem Staubgefäßkreis, dessen Glieder über den Petalen stehen. Diskusbildungen der Blüte stets deutlich. Samenanlagen im Bau mit jenen der *Terebinthales* übereinstimmend, apotrop.

Es kann kaum einem Zweifel unterliegen, daß diese kleine Reihe sich an die vorhergehenden anschließt. Die Übereinstimmung im Gesamtbau der Blüte ist eine sehr große; der charakteristische Bau des Andröceums läßt

[196]) Engler A. in E. P., III. 5, S. 233, 1893; Nachtr. IV, S. 189. — Pierre L., Sur quelques Phytocrenacées du Gabon etc. Bull. d. l. Soc. Linn., Paris, 1897. — Gagnepain F. in Bull. soc. bot. de France, LVII., 1910.

[197]) Engler A. in E. P., III. 5, S. 128, 1890.

[198]) Gilg E. in E. P., III. 5, S. 179, 1892.

[199]) Engler A., in E. P., Nachtr., S. 214, 1897. — Tieghem Ph. v., Sur les genres Pentaphylace et Corynocarpe etc. Journ. de Bot., XIV., 1900.

sich durch Ausfall des einen Staubgefäßkreises, und zwar des episepalen, erklären. Bei dieser Auffassung würde die Reihe etwa eine Parallelreihe zu den *Celastrales* darstellen, bei denen gleichfalls nur ein Staminalkreis vorhanden ist, und zwar der episepale, was ebenfalls eine Ableitung derselben von Typen mit 2 Staminalkreisen, von denen der epipetale rückgebildet wurde, möglich macht. Die Stammformen der *Rhamnales* und *Celastrales* würden nach dieser Auffassung etwa Formen vom Typus der *Terebinthales* darstellen; vgl. auch S. 714.

1. Familie: **Rhamnaceae**[200]). (Abb. 518.) Holzpflanzen, seltener krautig, einzelne klimmend, mit einfachen Blättern, mit Nebenblättern. Blüten

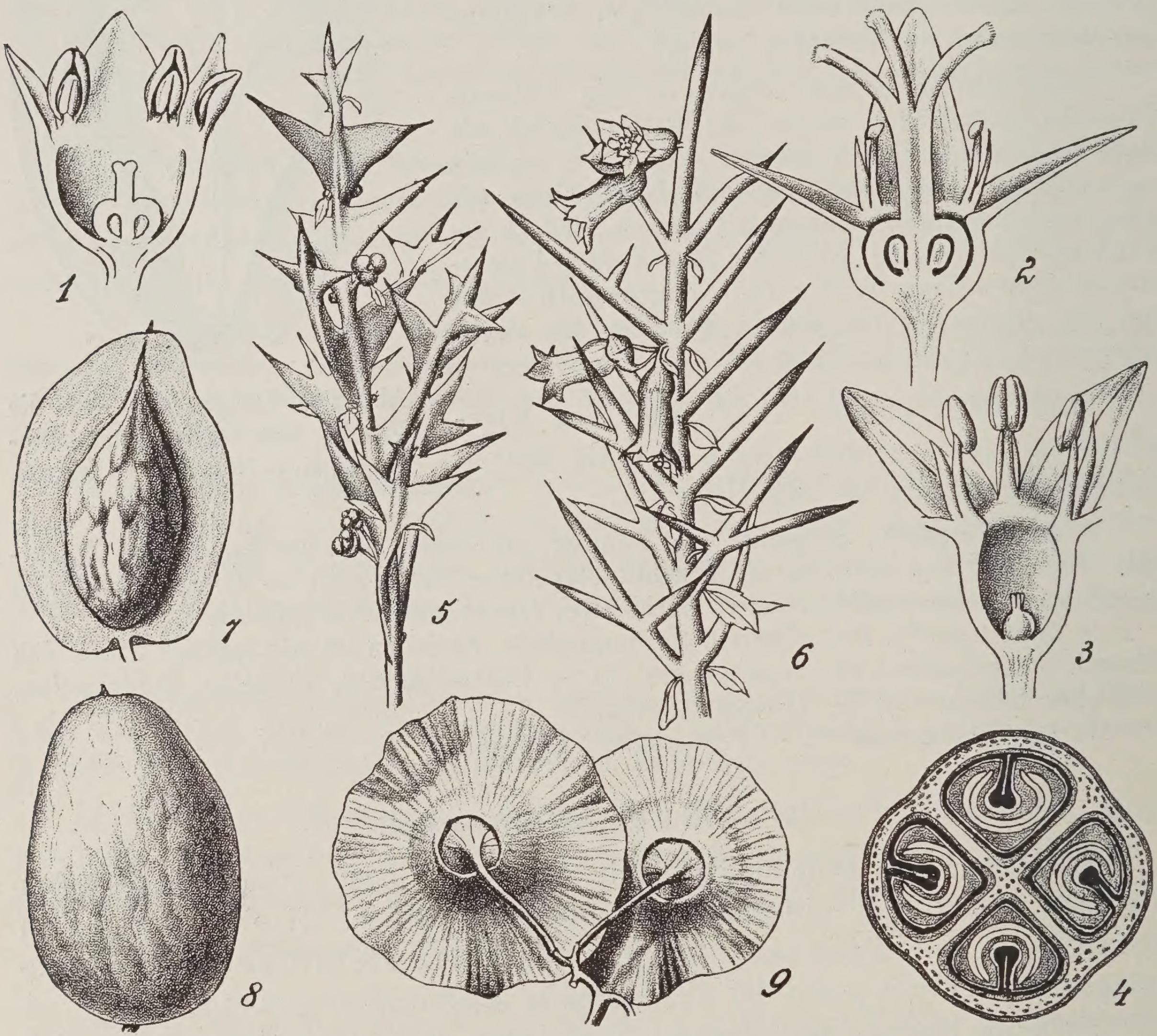


Abb. 518. *Rhamnaceae.* — Fig. 1. Bl. v. *Rhamnus Frangula*, durchschn. — Fig. 2 ♀, Fig. 3 ♂ Bl. v. *Rh. cathartica* durchschn. — Fig. 4. Querschn. d. d. Frucht derselben Art. — Fig. 5. Zweig v. *Colletia cruciata.* — Fig. 6. Zweig v. *C. spinosa.* — Fig. 7 u. 8. Frucht v. *Ziziphus sativa*, erstere nach Abheben des halben Fruchtfleisches. — Fig. 9. Früchte v. *Paliurus spina-Christi.* — Fig. 5—9 etwas, 1—4 stärker vergr. — Fig. 1 bis 3 nach Berg u. Schmidt, Fig. 4 nach Gilg, Fig. 5—9 Original.

200) Weberbauer A. in E. P., III. 5, S. 393, 1895; Nachtr. III, S. 210; Nachtr. IV, S. 192. — Gemoll K., Anat.-syst. Unters. d. Blatt. d. Rhamneen etc. Beih. bot. Zentralbl., XII., 1902. — Herzog Th., Anat.-syst. Unters. d. Blattes der Rhamneen etc. A. a. O., XV., 1903.

aktinomorph, zwitterig oder durch Abort eingeschlechtig, 4- bis 5zählig. Blütenachse flach oder becherförmig und Kelch und Korolle am Rande tragend, mit freiem Gynöceum oder mit dem Gynöceum verwachsen (unterständige Fruchtknoten). Blumenkronblätter klein, manchmal fehlend. Fruchtknoten 2- bis 3-, selten einfächerig, in jedem Fache mit einer grundständigen Samenanlage. Kapselfrucht, Steinfrucht oder Schließfrucht.

Schleimzellen häufig. Dornbildung nicht selten. Die klimmenden Formen besitzen windende Achsen (*Berchemia*), Kletterhaken (*Ventilago*) oder Blütenstandsranken (*Gouania* u. a.). Die meist kleinen unscheinbaren Blüten sind entomogam; Selbstbestäubung scheint auch vorzukommen. Schleuderfrüchte bei *Ceanothus*, *Helinus* u. a., Flügelfrüchte bei *Paliurus*, *Ventilago* u. a.

A. Steinfrüchte mit mehreren Kernen (Abb. 518, Fig. 4): *Rhamnus*. Die meisten Arten in der nördlichen gemäßigten Zone. Medizinische Anwendung finden: 1. die Früchte von *Rh. cathartica*, Kreuzdorn (Europa, Asien, Nordafrika) als „Fructus Rhamni catharticae", „Kreuzbeeren", „Gelbbeeren"; 2. die Rinde von *Rh. Frangula* (= *Frangula Alnus*), Faulbaum (Europa, Asien, Nordafrika) als „Cortex Frangulae", erst nach längerem Liegen medizinisch verwendbar; 3. die Rinde von *Rh. Purshiana*, amerikanischer Faulbaum (Nordamerika) als „Cortex Rhamni Purshiani" oder „Cascara Sagrada". Früchte, Blätter und Rinden verschiedener *Rhamnus*-Arten liefern Farbstoffe; so z. B. die Früchte von *Rh. cathartica* das Saftgrün; „französische Gelbbeeren" oder „Avignonkörner" heißen die Früchte von *Rh. infectoria* (Südeuropa), „türkische Gelbbeeren" jene von *Rh. saxatilis* (Mittel- und Südeuropa, Asien) u. a. Schön gemaserte Holzstücke von *Rh. cath.* finden als „Haarholz" Verwendung, das verkohlte Holz von *Rh. Frangula* dient insbesondere zur Schießpulvererzeugung. — *Ceanothus*-Arten (Nordamerika) werden vielfach der lebhaft gefärbten Infloreszenzen halber als Zierpflanzen kultiviert. — *Colubrina ferruginosa* und *C. reclinata* (Westindien) liefern „westindisches Eisenholz", „West indian Greenheart". — *Colletia*-Arten (Südamerika) mit stark dornigen, grünen Achsenteilen und hinfälligen Blättern werden häufig kultiviert, z. B. *C. spinosa*, *C. cruciata*. — *B.* Steinfrüchte mit 1 Kern (Abb. 518, Fig. 7 u. 8): *Ziziphus*. Mehrere Arten besitzen genießbare Früchte, so *Z. sativa* (= *Z. vulgaris*) (Mittelmeergebiet und Asien) „Jujubes", *Z. Jujuba* (Südasien, Australien, Afrika) „chinesische Datteln" u. a. Das Holz beider, das der letzteren als „Acajou d'Afrique", vielfach verwendet, *Z. sativa* besitzt hinfällige Kurztriebe, welche an die von *Vitis* erinnern. — *C.* Schließfrucht mit Flügelsaum (Abb. 518, Fig. 9): *Paliurus spina-Christi* (= *P. australis*) (Südeuropa, Orient, China) mit Stipulardornen.

2. Familie: **Vitaceae**[201]). (Abb. 519 und 520.) Holzpflanzen, zumeist klimmend mit wechselständigen, sehr häufig gelappten oder zusammengesetzten Blättern, mit Nebenblättern. Blüten zwitterig oder eingeschlechtig, meist 4- bis 5zählig. Diskusbildungen deutlich, manchmal den Fruchtknoten umgebend, aber nicht mit ihm verwachsen. Kelch oft sehr

---

[201]) Gilg E. in E. P., III. 5, S. 427, 1896; Nachtr. III, S. 211; Nachtr. IV, S. 193. — Rathay E., Die Geschlechtsverh. d. Reben usw. Wien 1888. — Lopriore G., Appunti sull' anat. di alcune ampelid. Bollet. dell' Acad. di sc. nat. Catania, LXVI., 1901. — Terraciano A., Contrib. alla biol. della propag. agamica nelle Fanerog. Contrib. alla Biol. veg. edita da A. Borzí, Vol. III, 1901. — Rehder H., Die amerik. Arten d. Gattung *Parthenocissus*. Mitt. d. deutsch. dendrol. Ges., 14., 1905. — Guillon J. M., Et. gen. d. l. Vigne. Paris 1905. — Lafon R. et Vivet E., Monogr. horticole. La vigne. Journ. Soc. hort. France, 4. sér., VI., 1905. — Molon G., Ampelographia. Milano 1906. — Hoffmann K., Beitr. z. Anat. u. Jahresringbild. d. Vitac. Berlin 1909. — Brandt M., Unters. üb. d. Sproßaufbau d. *Vit.* Bot. Jahrb. f. Syst., XLV., 1911. — Brandt M. u. Gilg E., *Vitaceae africanae.* Bot. Jahrb. f. Syst., XLVI., 1912.

reduziert. Blätter der Blumenkrone oft am oberen Ende zusammenhängend. Fruchtknoten meist 2fächerig, selten mehrfächerig, in jedem Fache mit 1 bis 2 Samenanlagen. Beerenfrüchte.

Der Stamm der meisten Arten ist am Grunde strauchartig verzweigt, manchmal daselbst fleischig verdickt. Die meisten *Vitaceae* klimmen mit Ranken. Diese sind Sproßranken und stehen an analogen Stellen wie die Infloreszenzen. Die Befestigung der Ranken erfolgt durch spiraliges Einrollen oder durch Ausbildung von Haftscheiben oder Haftballen.

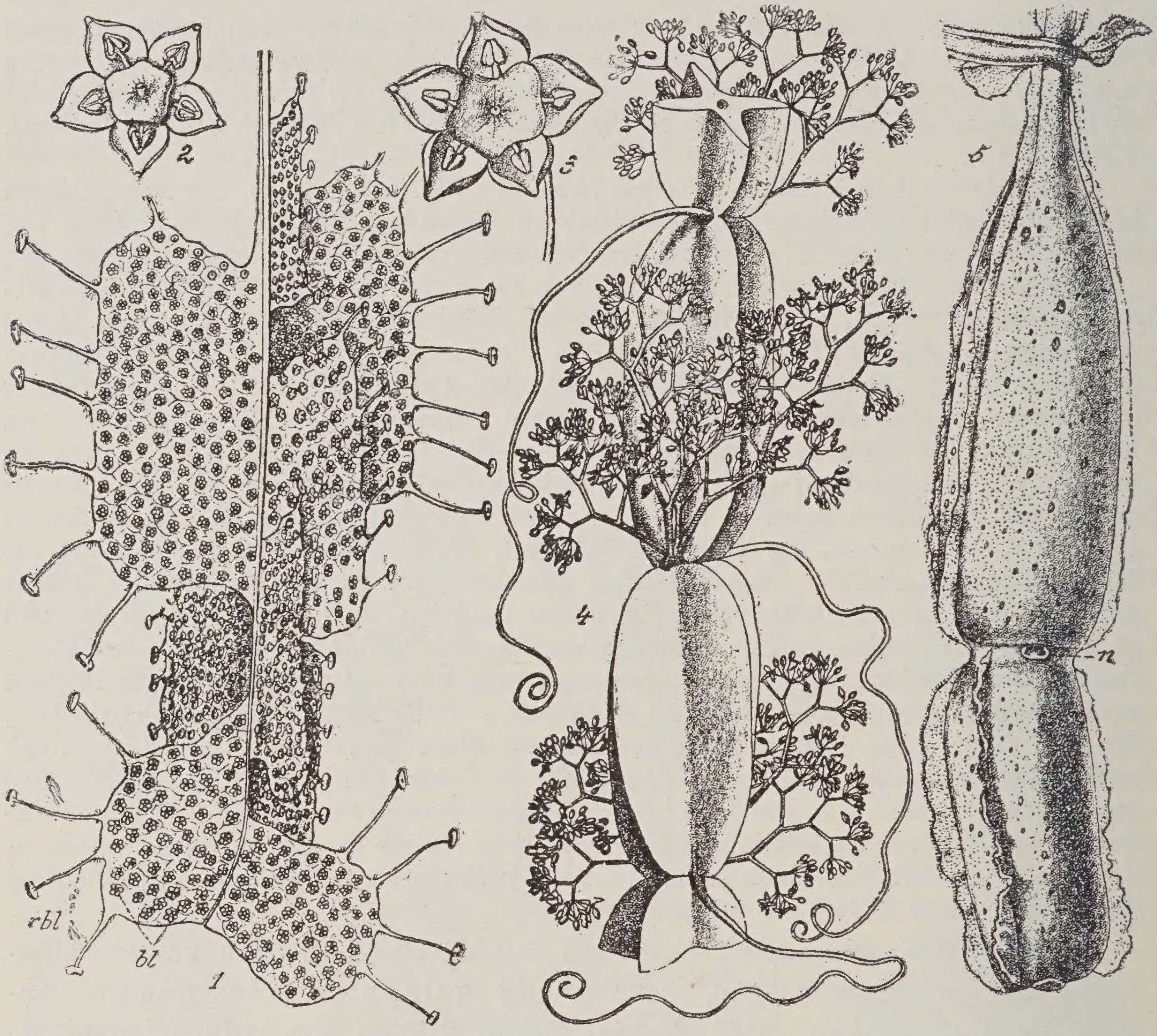


Abb. 519. *Vitaceae.* — Fig. 1. Infloreszenz von *Pterisanthes cissoides* mit randständigen (*rbl*) und flächenständigen (*bl*) Blüten; Fig. 2 randständige, Fig. 3 flächenständige Blüte davon. — Fig. 4. Blühender Sproß von *Cissus cactiformis.* — Fig. 5. Knollenbildendes Sproßende von *C. gongyloides.* — Fig. 1, 4 u. 5 verkl., 2 u. 3 vergr. — Fig. 1 bis 3 nach Miquel, 4 nach Gilg in E. P., 5 Original.

Der Sproß der meisten *Vitaceae* wird als ein Sympodium aufgefaßt (von Schwendener u. a. als ein Monopodium), wobei das Ende des jeweilig die Hauptachse fortsetzenden Sprosses in eine Ranke ausgeht; daher stehen die Ranken scheinbar den Laubblättern gegenüber doch gibt es auch Vitaceen mit monopodialen Sprossen (*Cissus* Subg. *Cyphostemma*). Bei *Vitis vinifera* zeigt sich speziell folgender Sproßaufbau (Abb. 520): Es sind Langtriebe („Lohden") und Kurztriebe („Geizen") zu unterscheiden. Die Langtriebe beginnen mit 2 Niederblättern, besitzen Laubblätter in $\frac{1}{2}$ Stellung und den schon erwähnten sympodialen Aufbau, wobei Sproßstücke mit 1 und mit 2 Laubblättern aufeinanderfolgen (so daß immer auf 2 Blätter mit „gegenüberstehenden" Ranken je ein Blatt ohne Ranke folgt). In den

Achseln der Laubblätter entstehen Knospen, welche Kurztriebe liefern. Dieselben (Fig. 1) beginnen mit einem Niederblatte (v) und besitzen mehrere Laubblätter (l_1, l_2) ebenfalls in der ½ Stellung; in der Regel sterben diese Kurztriebe bald ab, mit Ausnahme der Basis mit dem dort befindlichen Niederblatte und der in seiner Achsel sitzenden Knospe (lt_1), welche beim Austreiben einen Langtrieb liefert.

Bei *Pterisanthes* (indo-malayisch) ist die Achse der Infloreszenz ein bandförmiges, einfaches oder gelapptes Gebilde, das am Rande ♂, auf der Fläche zwitterige oder ♀ Blüten trägt (Abb. 519, Fig. 1—3). Die Sproßglieder mehrerer *Cissus*-Arten sind fleischig und grün, so von *C. tetragona* (Natal), *C. quadrangularis* (trop. Afr.), *C. cactiformis* (trop. Ostafr.) (Abb. 519, Fig. 4). Bei *C. gongyloides* (trop. Amerika) entwickeln sich insbesondere an lichtarmen Standorten die letzten Internodien der Sprosse zu knollenförmigen Gebilden, welche abfallen und als vegetative Fortpflanzungsorgane fungieren (Abb. 519, Fig. 5).

Die wildwachsenden Arten sind wohl alle entomogam mit gelegentlicher Selbstbestäubung, bei dem kultivierten Weinstocke findet sich Windbestäubung und Selbstbestäubung.

*A. **Vitoideae.*** Staubgefäße frei. Fruchtknoten 2fächerig. — *Vitis*, Weinstock. Die wildwachsenden Arten sind durchwegs diözisch, bei den kultivierten finden sich zwitterige und weibliche Blüten, doch auf verschiedenen Individuen. *V. silvestris* wildwachsend in Mittel- und Südeuropa, ferner im Oriente, ist sicher eine der Stammarten des kultivierten Weinstockes. Nordamerikanische Arten: *V. Labrusca* (auch kultiviert), *V. riparia*, *V. aestivalis*, *V. cordifolia* u. a. Wichtigste Kulturpflanze: *Vitis vinifera* mit zahlreichen Rassen[202]). Allgemein kultiviert in wärmeren Teilen extratropischer Gebiete. Liefert Wein, „Weintrauben“, „Rosinen“, „Zibeben“, „Korinthen“, letztere von einer kernlosen (Parthenokarpie), sehr kleinfrüchtigen Rasse, welche insbesondere in Griechenland gezogen wird. Die Verwüstung der Weinkulturen durch *Phylloxera vastatrix* hat in neuerer Zeit allgemein zur Propfung der *Vitis vinifera* auf amerikanische Reben, besonders *V. riparia* und *V rupestris*[203]), welche sich als resistenzfähiger erwiesen haben, geführt.

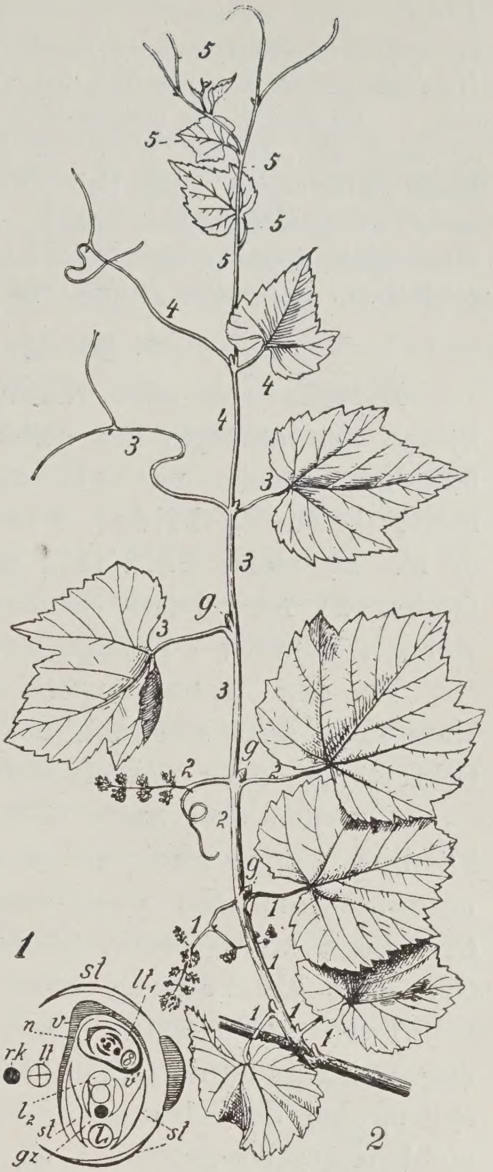


Abb. 520. *Vitaceae.* — Fig. 2. Sproßaufbau von *Vitis vinifera.* Die dieselbe Ziffer tragenden Teile gehören demselben Sympodialgliede an; *g* Anlagen von „Geizen“. — Fig. 1. Querschnitt durch eine Geizenknospe, *rk* Ranke, *lt* Internodium des Langtriebes, welches das Blatt trägt, in dessen Achsel die Knospe angelegt wurde, *st* Nebenblätter, *gz* Geize, v_1 und *n* die beiden Niederblätter der in der Achsel von *v* entstehenden „Lohde“; Erklärung der anderen Buchstaben im Text. — Fig. 1 nach Eichler, 2 Original.

---

202) Vgl. Goethe H., Handbuch der Ampelographie, 2. Aufl. Berlin 1887. — Viala P. et Vermorel, Ampélographie, Traité général de Viticulture. Villefranche s. S. 1903. — Babo A. u. Mach E., Handb. d. Weinbaues, 5. Aufl., Berlin, 1923. — Krömer K., Die Rebe, Berlin, 1923.

203) Viala P. et Ravaz L., Les vignes américaines. Paris 1896. — Dümmler A., Der Weinbau mit Amerikanerreben. Durlach, 1922,

Andere häufig auftretende Schädlinge des Weinstockes: *Guignardia Bidwellii* (Ascomycet) verursacht „Schwarzfäule“ („Black-Rot“), *Plasmopara viticola* die „Peronospora-Krankheit“, *Uncinula necator* den „Meltau des Weines“, *Pseudopeziza tracheiphila* den „Roten Brenner“ etc. — *Parthenocissus quinquefolia* (Nordamerika) und *P. radicantissima* werden ganz allgemein als „wilder Wein“ zu Laubenverkleidungen, an Spalieren etc. kultiviert; zu Mauerbekleidungen eignen sich insbesondere die in neuerer Zeit viel gezogenen *P. Veitchii* und *P. tricuspidata* (China, Japan). — *Cissus.* Artenreiche Gattung der Tropen. — *B.* **Leeoideae.** Staubgefäße unten vereint. Fruchtknoten 3- bis 8fächerig. — *Leea* (tropisches Asien, Afrika, Australien), rankenlose Bäume und Sträucher.

29. Reihe. *Umbelliflorae.*

Holzpflanzen oder (häufiger) krautige Pflanzen. Nebenblätter fehlen. Blüten aktinomorph, nur selten zygomorph, mit doppeltem Perianth, 4- bis 5zählig, zumeist mit einem, dem episepalen Staubgefäßkreise. Kelch meist ± rückgebildet. Fruchtknoten in der Regel ganz unterständig, 5- bis 1-, meist 2blättrig und 2fächerig; in jedem Fache mit einer (selten 2) hängenden Samenanlage. Mikropyle meist nach außen gewendet. Zumeist 1 Integument. Samen mit Nährgewebe.

Bei den Araliaceen und Umbelliferen ist das Vorkommen schizogener Harzgänge sehr konstant, bei den Cornaceen finden sich nur hie und da Sekretgänge oder Sekretzellen.

Von den drei unter dem Namen der Umbellifloren zusammengefaßten Familien zeigen zwei, die *Araliaceae* und *Umbelliferae,* ganz unzweifelhafte verwandtschaftliche Beziehungen zueinander, die dritte Familie, die der *Cornaceae,* steht ferner. Dieser Umstand hat Warming[204]) veranlaßt, die *Cornaceae* als Vertreter einer eigenen Reihe, der *Cornales,* von den Umbellifloren abzutrennen. Sie unterscheidet sich von diesen insbesondere durch die andere Stellung der Samenanlagen (apotrop bei den *Cornaceae,* epitrop bei den *Araliaceae* und *Umbelliferae*). Wenn ich Warming dabei nicht folge, so geschieht es, weil die Unterschiede nicht konstant genug sind (auch bei *Cornaceae* kommen nach Wangerin[205]) epitrope Samenanlagen neben apotropen vor) und weil die genetische Herkunft der 3 Familien — und das ist das Entscheidende — noch nicht geklärt erscheint.

Was die phylogenetische Abteilung anbelangt, so ist in Betracht zu ziehen, daß wir es in der Reihe der *Umbelliflorae* zweifellos mit einem Typus zu tun haben, bei dem es sekundär zu einer Vereinfachung im Blütenbau gekommen ist (ein Staminalkreis, Reduktion des Kelches, Reduktion der Fruchtknotenblattzahl auf 2, Reduktion der Zahl der Samenanlagen auf je eine fertile in jedem Fache, 1 Integument, schwache Entwicklung des Nucellus), so daß die hierher gehörenden Pflanzen manche Ähnlichkeiten mit vereinfachten Formen anderer Reihen aufweisen müssen, die deshalb noch nicht verwandtschaftliche Beziehungen anzudeuten brauchen.

Wenn wir uns um eventuelle Vorfahren der Umbellifloren umsehen, so kommen einerseits die Reihen der *Terebinthales, Celastrales* und *Rhamnales,* die ja genetisch zusammengehören (vgl. S. 722, 736, 739), in Betracht.

[204]) Warming E., Froplanterne, 1912; Observ. s. l. val. syst. de l'ovule, 1913.
[205]) Wangerin W. in Engler A., Das Pflanzenreich, IV., 229, 1910.

Hier findet sich derselbe Gesamtblütenbau, dieselbe Art der Ausbildung und Stellung der Samenanlagen, die Tendenz der Überführung der pentazyklischen Blüte (mit 2 Staminalkreisen) in die tetrazyklische (mit 1 Staminalkreise), starkes Hervortreten von Diskus-(Blütenachsen-)bildungen, die Einsamigkeit der Fruchtblätter. Auch das häufige Vorkommen von Sekretbehältern in den Geweben der genannten Familien verdient Beachtung, ebenso das Vorkommen obturatorartiger Bildungen bei einzelnen Araliaceen, u. a. m. Direkter Anschluß an eine der genannten Reihen ist nicht nachweisbar, von den beiden Reihen mit vorherrschend tetrazyklischen Blüten kommen wohl nur die *Celastrales* in Betracht, bei denen (z. B. bei *Ilex*) auch 1 Integument und tenuinuzellate Samenanlagen vorkommen.

Anderseits können auffallende Ähnlichkeiten mit den *Rosales* durchaus nicht in Abrede gestellt werden, bei denen die Tendenz der Ausbildung unterständiger Fruchtknoten so stark hervortritt, bei denen auch, z. B. bei den *Saxifragaceae* tetrazyklische Blüten mit verringerter Karpidenzahl, mit 1 Integument und tenuinuzellaten Samenanlagen vorkommen (z. B. *Escallonioideae.*)

Die sero-diagnostischen Untersuchungen[206]) haben infolge geringer Anzahl positiver Reaktionen eine sichere Entscheidung nicht gebracht, doch sprechen sie eher für die Ableitung der Umbellifloren von den *Rosales*, da *Araliaceae, Umbelliferae* und *Cornaceae* positive Reaktionen mit dem Serum von *Philadelphus* ergaben.

Beachtung verdienen die Ähnlichkeiten der *Cornaceae* mit den *Caprifoliaceae* unter den *Rubiales (Sympetalae).*

1. Familie: **Cornaceae**[207]). (Abb. 521.) Holzpflanzen (nur selten

Abb. 521. *Cornaceae.* — Fig. 1. Infloreszenz von *Cornus suecica.* — Fig. 2. Blüte von *Cornus mas.* — Fig. 3. Dieselbe längs durchschn. — Fig. 4. Frucht von *Cornus mas*, längs durchschn. — Fig. 5. Dieselbe quer durchschn. — Alle Fig. etw. vergr. — Fig. 1, 4 u. 5 Original, 2 u. 3 nach Harms in E. P.

---

206) Kohz K., Sero-diagn. Unters. üb. d. Verw. innerh. d. *Rosales.* Bot. Arch., III., 1923.

207) Harms H. in E. P., III. 8, S. 250, 1897; Nachtr. III, S. 265; Nachtr. IV, S. 237. — Wangerin W., Die Umgrenzung u. Gliederung d. Fam. d. Cornac., Bot. Jahrb., XXXVIII.,

Stauden) mit einfachen, gegenständigen Blättern. Blüten meist 4zählig, aktinomorph, zwitterig oder eingeschlechtig, in zymösen Infloreszenzen, die manchmal dolden- oder köpfchenförmig sind. Fruchtknoten 1- bis 4-(selten mehr-)fächerig, in jedem Fache mit 1 hängenden Samenanlage (apotrop oder epitrop oder intermediär!). Beeren- oder steinfruchtartige Scheinfrüchte mit 1 bis 4 Samen.

Nur zwei Arten der Gattung *Cornus*, *C. suecica* und *C. canadensis*, sind Stauden (als Gattung: *Chamaepericlymenum*). Bei diesen, sowie anderen Arten der Gattung findet sich im Umkreise der Infloreszenz eine petaloid gefärbte Hochblatthülle. Hinaufrücken der Infloreszenz auf die Laubblätter bei *Helwingia*. Die Mehrzahl der *Cornaceae* ist insektenblütig.

Cornus mas, Kornelkirsche (Europa, Asien), hat genießbare Früchte, ebenso *C. capitata* (Himalaya bis China), deren Früchte zu Zönokarpien vereinigt sind. — Häufig kultivierte Zierpflanzen: *Aucuba japonica* (Ost- und Südasien) mit zumeist panachierten Blättern (zweihäusig), *Cornus sanguinea* (Europa, Asien) und verwandte Arten, *C. florida* (Nordamerika), „Flowering Dogwood". — Das Holz wird verwendet von *C. mas* und *C. sanguinea* („Ziegenhainer-Stöcke").

2. Familie: **Araliaceae**[208]) (= *Hederaceae* 1764). (Abb. 522.) Holzpflanzen, nicht selten klimmend, vereinzelte krautig, mit wechsel-

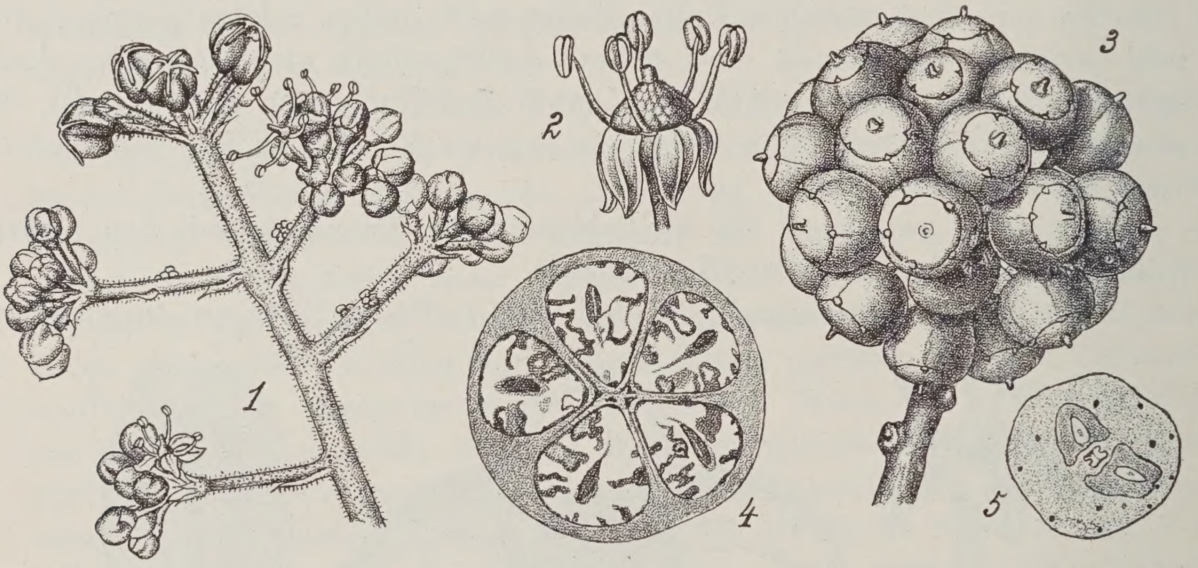


Abb. 522. *Araliaceae.* — Fig. 1. Teil einer Infloreszenz von *Aralia spinosa.* — Fig. 2. Blüte von *Hedera Helix.* — Fig. 3. Fruchtstand von *Hedera Helix* var. *chrysocarpa.* — Fig. 4. Eine einzelne Frucht derselben, quer durchschn. — Fig. 5. Frucht von *Acanthopanax sessiliflorus*, quer durchschn. — Fig. 1 u. 3 nat. Gr., 2, 4 u. 5. etw. vergr. — Original.

ständigen (seltener quirligen oder gegenständigen), oft fiederig oder fingerig geteilten Blättern. Nebenblattbildungen oft vorhanden. Blüten meist in dolden-, köpfchen- oder ährenförmigen Infloreszenzen, am häufigsten pentamer, aktinomorph, mit Kelch und Korolle (ersterer unscheinbar,

Beibl. 86, 1906; *Cornaceae* in Engler A., Das Pflanzenreich, IV., 229, 1910. — Nakai in Tokyo Bot. Mag., XXIII., 1909. — Palm B. u. Rutgers A., Embryol. of *Aucuba j.*, Rec. trav. Bot. Neerl., XIV., 1917.

[208]) Harms H. in E. P., III. 8, S. 1, 1894; Nachtr. III, S. 253; Nachtr. IV, S. 217. — Ders., Zur Kenntn. d. Gattg. *Aralia* u. *Panax.* Bot. Jahrb., XXIII., 1896. — Viguier R., Rech. anat. s. l. classif. d. Aral., Ann. sc. nat., Bot., 9. sér., tom. IV., 1906; Sur les Aral. d. gr. des *Polyscias*, Bull. soc. bot. Fr., LII., 1905. — Ders. u. Dubart, Rev. d. g. *Myodo-*

letztere meist bald abfallend und die Blätter derselben nicht selten — so bei *Tupidanthus, Tetraplasandra, Sciadophyllum*-Arten — zu einer geschlossenen Kappe vereint). Staubgefäße manchmal vermehrt. Fruchtknoten unterständig, nur selten ganz oder halb oberständig, 1- bis 5blättrig und ebensoviel-fächerig, selten vielfächerig, in jedem Fache mit einer hängenden, die Mikropyle nach außen wendenden (epitropen) Samenanlage und überdies zumeist noch mit einer zweiten verkümmerten Samenanlage. Früchte beeren- oder steinfruchtartig, manchmal in Teilfrüchte zerfallend.

Die klimmenden Araliaceen sind Spreizklimmer ohne besondere Klimmorgane oder Wurzelkletterer (*Hedera, Sciadophyllum*-Arten). Blattdimorphismus ziemlich häufig (bei *Hedera* z. B. gelappte Schatten-, respektive Jugendblätter, einfache Lichtblätter, ebensolche auch an blühenden Sprossen; auch bei anderen Arten wechselt die Blattform je nach dem Alter stark). Sehr häufig gegliederte Blütenstiele. Insektenbestäubung; *Hedera* wird besonders von Fliegen besucht.

Aus dem Marke von *Tetrapanax papyrifer* (Formosa, China, in Ostasien vielfach kultiviert) wird das „chinesische Reispapier" (Marklamellen) erzeugt, das in neuerer Zeit insbesondere auch zur Herstellung künstlicher Blumen mit Erfolg verwendet wird. — Die Wurzel von *Panax Ginseng* (Ostasien, besonders Korea) wird in China als Heilmittel „Ginseng" sehr geschätzt, weshalb die Pflanze auch viel kultiviert wird; ähnliche Verwendung findet in Nordamerika *P. quinquefolius.* — Zierpflanzen: *Hedera Helix*, der Efeu (Europa), mit zahlreichen Kulturformen, *H. colchica* (Asien), *Fatsia japonica* (Japan), bekannt unter dem Gärtnernamen „*Aralia Sieboldii*" u. a. m. — „Hari-Giri"-Holz von *Kalopanax ricinifolius* (Ostasien).

3. Familie: ***Umbelliferae***[209]). (Abb. 523 bis 527.) Krautige Pflanzen, nur selten Sträucher, mit wechselständigen, zumeist geteilten Blättern mit blasig aufgetriebenen Blattscheiden, nur selten mit Nebenblättern. Blüten in einfachen oder zusammengesetzten Dolden oder ähnlichen Infloreszenzen. Blüten aktinomorph oder (besonders die randständigen) zygomorph. Kelch und Korolle 5zählig, ersterer meist sehr unscheinbar, letztere häufig bald abfallend, mit in der Mitte eingekrümmten Blättern.

---

carpus. Bull. jard. colon., III., 1906. — Ducamp L., Rech. s. l'embryog. d. Aral. Ann. sc. nat., Bot., sér. 8., tom. XV., 1902. — Calestani V., Contrib. alla sist. delle Ombrellif. Webbia, 1905. — Cammerloher H., Stud. üb. d. Samenanl. d. Umbellif. u. Araliac. Öst. bot. Zeitschr., 1910. — Faure G., Contrib. all'embriog. delle Aral. Ann. di Bot., IX., 1911. — Tobler F., Die Gattung *Hedera.* Jena 1912.

[209]) Drude O. in E. P., III. 8, S. 63, 1897. — Wolff H. in E. P., Ergänzungsheft II, S. 256, 1907; Nachtr. IV, S. 221 und die dort zitierte Literatur. — Ferner: Robertson Ch., Flowers and Insects. *Umbelliferae.* Transact. Acad. Sci. St. Louis, Vol. V., 1886—91. — Briquet J., Notes crit. sur quelques Ombrellif. suisses etc. Ann. d. conserv. jard. bot. Genève, IV., 1900. — Kümmerle J. B., Beitr. z. Kenntn. d. Anatom. d. Umbellif. Növenytani Közlemėnyek, 1902. — Nestel A., Beitr. z. Kenntn. d. Stengel- u. Blattanat. d. Umb. Dissert. Zürich, 1905. — Martel E., Note sur l'anat. de la fl. des Ombrellif., Journ. de Bot., XIX., 1905; Contrib. all'anat. del fiore etc., Ann. Acad. r. delle science Torino, 1904/1905. — Calestani V., Contr. alla sist. delle Ombrellif., Webbia, 1905; Consp. spec. europ. gen. *Seseli, Peucedani, Apii,* Bull. soc. bot. Ital., 1905; Mater. p. u. monogr. delle Ombrellif., N. giorn. bot. It., XVI., 1909. — Tunmann O., Üb. d. resinog. Schicht d. Sekretbeh. d. U. Ber. d. d. bot. Ges., XVII., 1907. — Domin K., Morph. u. phylog. Stud. üb. d. Fam. d. U., I. u. II., Bull. intern. de l'Acad. d. sc. d. Boh., 1908 u. 1909; Monogr. Üb. d. Gattg. *Centella,* Botan. Jahrb., XVI., 1908; Monogr. d. Gattg. *Didiscus,* Sitzb. d. k. böhm. Ges. d. Wiss., 1908. — Cammerloher H., Stud. üb. d. Samenanl. d. Umb. u. Aral. Öst. bot.

Staubgefäße 5. Fruchtknoten unterständig, 2blättrig und 2fächerig[210]), in jedem Fache mit 1 hängenden vollkommen ausgebildeten epitropen Samenanlage; überdies in jedem Fache eine verkümmerte Samenanlage. 1 Integument. Griffel am Grunde meist scheiben- oder polsterförmig verbreitert. Frucht in zwei 1samige Teilfrüchtchen, die meist längere Zeit an einem gemeinsamen, 2schenkeligen Träger (Karpellträger) hängen bleiben, zerfallend.

Überaus artenreiche, weitverbreitete Familie. Die Zugehörigkeit zu derselben ist zumeist an habituellen Merkmalen (krautige Stengel, relativ große, geteilte Blätter, doldenförmige Infloreszenzen mit zahlreichen kleinen Blüten) leicht zu erkennen. Einige vom Typus ab-

Abb. 523. *Umbelliferae.* — *Azorella Selago* auf den Kerguelen. — Nach H. Schenck.

weichende, besonders auffallende Formen sind: dichte polsterförmige Rasen von oft bedeutenden Dimensionen bei der Gattung *Azorella* (Abb. 523), kriechende Stengel bei *Hydrocotyle* (Abb. 525, Fig. 6), Hypokotylknollen bei *Smyrnium*, *Bunium*, *Conopodium* u. a., schmale, geradezu an Monocotyledonen erinnernde Blätter bei *Bupleurum* und amerikanischen *Eryngium*-Arten (Abb. 524), röhrenförmige Phyllodien bei *Lilaeopsis*, *Ottoa* u. a., flache Phyllodien bei *Oreomyrrhis* u. a. Von Modifikationen der doldenförmigen Infloreszenzen sind zu er-

---

Zeitschr., 1910. — Wolff H. in Engler A., Das Pflanzenr., 43. Heft, 1910. — Grintzesco J., Monogr. du genre *Astrantia*. Ann. du conserv. et jard. bot. Genève, 13. et 14., 1910. — Hayek A. v., Flora v. Steiermark, I. Bd., 1910. — Styger J., Beitr. z. Anat. d. Umb.-Früchte. Schweiz. Apoth.-Ztg., LVII., 1919. — Jurica H. St., A morph. study of the Umbellif., Bot. Gaz., LXXII., 1922. — Håkansson A., Stud. üb. d. Entw.-Gesch. d. Umbellif. Lunds Univ. Årsskr. N. F., Avd. 2, Bd. 18., 1923.

[210]) Nach einer in neuerer Zeit von Martel vertretenen aber kaum berechtigten Ansicht 4blättrig mit 2 sterilen und 2 fertilen Blättern.

Abb. 524. *Umbelliferae.* — *Eryngium aloifolium* in der Savanne in Südbrasilien. — Original.

wähnen: einblütige „Dolden" bei *Hydrocotyle-* und *Azorella*-Arten und bei *Lagoecia*, von großen Hüllblättern umgebene kopfförmige Infloreszenzen bei *Eryngium* u. a., vielblütige Dolden mit deutlich gipfelständigen, dabei oft morphologisch abweichenden Mittelblüten (vgl. z. B. Abb. 526, Fig. 2), dichasiale Infloreszenzen bei *Petagnia* (Abb. 526, Fig. 1).

Die letzterwähnten Formen machen es wahrscheinlich, daß die Dolden der Umbelliferen nicht razemösen Ursprunges sind. Die Infloreszenzen sind entweder endständig oder seitenständig; sehr häufig ist beides kombiniert und es treten dann ökologisch wichtige Beziehungen zwischen End- und Seitendolden (Stellung zueinander, Blütezeit etc.) ein. Die Tragblätter der einzelnen Doldenstrahlen bilden zusammen die „Hülle" der Infloreszenz

Abb. 525. *Umbelliferae*. — Fig. 1. Blühender Sproß von *Heracleum Sphondylium*. — Fig. 2. Infloreszenz von *Eryngium amethystinum*. — Fig. 3. Infloreszenz von *Astrantia major*. — Fig. 4. Blüte von *Coriandrum sativum*. — Fig. 5. Dieselbe längs durchschn. — Fig. 6. *Hydrocotyle vulgaris*. — Fig. 1 verkl., 2, 3 u. 6 nat. Gr., 4 u. 5 vergr. — Fig. 1, 3 u. 4 nach Baillon, 2, 5 u. 6 Original.

(die Hüllen der Partialinfloreszenzen werden als „Hüllchen" bezeichnet), welche häufig eine auffallende Ausbildung erfährt; dornig bei *Eryngium* u. a., lebhaft gefärbt und vergrößert bei *Hacquetia*, *Astrantia* (Abb. 525, Fig. 3), *Bupleurum*-Arten a. u., dornig und lebhaft gefärbt bei *Eryngium*-Arten (Fig. 2). Dimorphismus der Blüten derselben Infloreszenz nicht selten, so randständige zygomorphe und mittelständige aktinomorphe Blüten, zwitterige und männliche Blüten in derselben Infloreszenz, ♀ Zentral- und ♂ Peripherblüten bei *Echinophora*. Auch eingeschlechtige Infloreszenzen kommen vor und zwar die beiden Geschlechter auf demselben Individuum oder getrennt. Allbekannt und viel gedeutet

sind die dunkelrot gefärbten Partialinfloreszenzen in der Mitte der zusammengesetzten Dolden von *Daucus*[211]). Insektenbestäubung und Autogamie.

Hybridisation sehr selten. Verbreitungsmittel der Früchte mannigfach: Flügelfrüchte, Abschleudern der Früchte durch elastische Beschaffenheit der stehenbleibenden Achsenteile, hakige Stacheln an den Früchten. Im letzteren Falle verhalten sich oft nicht alle Früchte einer Infloreszenz gleich. — Weitgehende Verwachsung der beiden Kotyledonen bei *Smyrnium perfoliatum*, *Ferula Sadleriana*, *F. tingitana*, *Bunium*- und *Conopodium*Arten; nicht selten verwachsen die beiden Keimblattstiele am Grunde zu einem röhrenförmigen Gebilde, in dem die Plumula steckt.

Es gibt wenige Familien der Blütenpflanzen, bei welchen der Versuch einer systematischen Einteilung auf solche Schwierigkeiten stößt, wie bei den Umbelliferen. Diese Schwierigkeiten beruhen nicht so sehr auf der großen Zahl der Arten, als vielmehr auf der großen Einförmigkeit des Baues mehrerer Organgruppen, welche gerade wieder die Feststellung der Familienzugehörigkeit so sehr erleichtert.

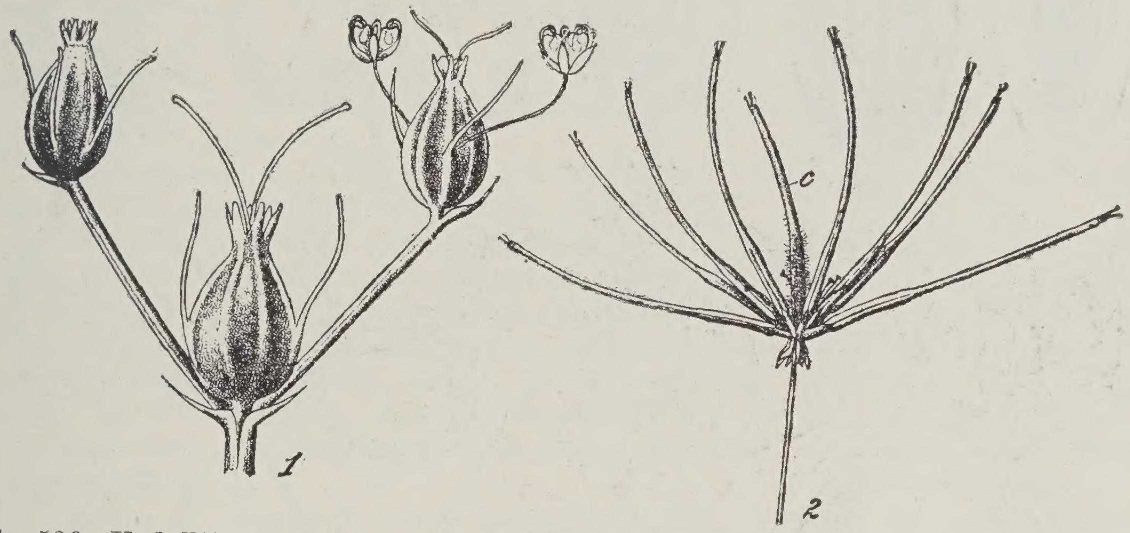


Abb. 526. *Umbelliferae*. — Fig. 1. Dichasiale Infloreszenz von *Petagnia saniculifolia*. — Fig. 2. Dolde mit abweichend gebauter Mittelblüte (respektive Frucht) *c* von *Scandix grandiflora* var. *intermedia*. — Natürl. Größe. — Original.

Die meisten Systeme der Umbelliferen nehmen auf den Bau des Fruchtknotens, beziehungsweise der Frucht besonders Rücksicht. Derselbe zeigt folgende, hier in Betracht kommende Einzelheiten: Jedes Teilfrüchtchen (Mericarpium) (Abb. 527) zeigt im Querschnitte peripher 5 Gefäßbündel, welche mit den sie umgebenden Geweben an der Oberfläche ± als 5 Hauptrippen („Juga primaria", Abb. 527, Fig. 11—18, r_1) hervortreten; zwischen ihnen können sich Nebenrippen („Juga secundaria", r_2) finden. Die Vertiefungen zwischen den Rippen werden als Riefen oder „Tälchen" („Valleculae") bezeichnet. In der Fruchtwand verlaufen Sekretkanäle („Vittae", Abb. 527, Fig. 11—18, *v*), und zwar entweder ringsum oder in den Rippen („Vittae jugales") oder unter den Riefen („Vittae vallecullares"). Als Fugenflächen („Commissura") bezeichnet man die Trennungsflächen der Teilfrüchtchen.

System nach Drude:

A. Hydrocotyloideae. Endokarp holzig. Keine freien Karpellträger. Sekretkanäle fehlend oder in den Hauptrippen, niemals in den Riefen.

a) Hydrocotyleae. — Hauptverbreitung auf der südlichen Hemisphäre, nur in einzelnen Formen auf die nördliche übergehend. Artenreiche Gattungen: *Hydrocotyle*. In Europa verbreitet *H. vulgaris*. Manche Arten mit Profilstellung der Blattflächen.

---

[211]) Vgl. A. Schultz in Bibl. bot., Heft 10, 1888. — Detto C., Über die Bedeutung der Mohrenblüten bei *Daucus*. Flora, 1905, S. 327.

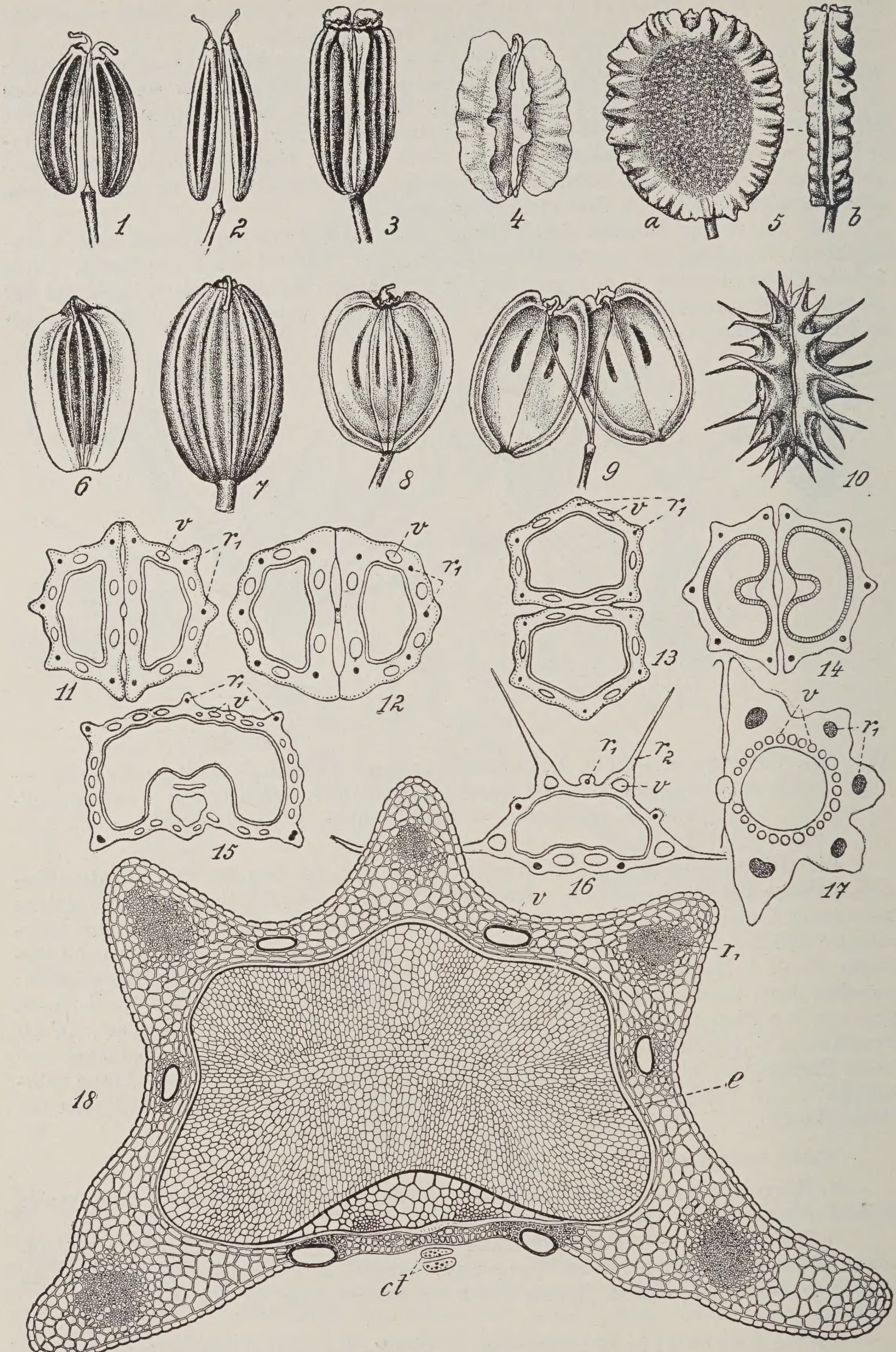

1
2
3
4
a
5
b
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
v
r_1
r_2
e
ct

Abb. 527. *Umbelliferae.* Früchte und Fruchtbau. — Fig. 1. Fr. v. *Carum Carvi.* — Fig. 2. Fr. v. *Chaerophyllum bulbosum.* — Fig. 3. Fr. v. *Siler trilobum.* — Fig. 4. Teilfrüchtchen v. *Laserpitium Siler* vom Rücken. — Fig. 5. *Tordylium apulum*, *a* Teilfr. vom Rücken, *b* Fr. v. d. Seite. — Fig. 6. *Ligusticum Seguieri*, Teilfr. vom Rücken. — Fig. 7. Teilfr. v. *Ferula Schair* vom Rücken. — Fig. 8 u. 9. *Heracleum Sphondylium*, Fig. 8. Fr. vom Rücken, Fig. 9 Frucht in die Teilfrüchtchen zerfallend, beide von innen. — Fig. 10. Teilfr. v. *Orlaya grandiflora*, vom Rücken. — Fig. 11—18. Querschnitte durch Teilfrüchtchen; *v* Ölkanäle, r_1 Hauptrippen, r_2 Nebenrippen; Nährgewebe u. Embryo sind in Fig. 11—17 weggelassen. — Fig. 11. *Foeniculum vulgare.* — Fig. 12. *Oenanthe aquatica.* — Fig. 13. *Carum Carvi.* — Fig. 14. *Conium maculatum.* — Fig. 15. *Meum athamanticum.* — Fig. 16. *Daucus gummifer.* — Fig. 17. *Angelica Archangelica.* — Fig. 18. *Foeniculum vulgare*; *e* Nährgewebe, *ct* Karpellträger. — Fig. 1—10 zwei bis dreimal, Fig. 11—17 stärker, Fig. 18 ca. 100fach vergr. — Fig. 1—10 Original, 11—17 z. T. nach Drude u. Gilg, 18 nach Tschirch.

---

b) *Mulineae.* — *Azorella.* Charakterpflanzen antarktischer Gebiete (vgl. Abb. 523); viele Arten in den Anden.

B. **Saniculoideae.** Endokarp weich parenchymatisch. Griffelgrund von einer ringförmigen Wucherung umgeben. Sekretkanäle verschieden.

c) *Saniculeae.* — Größte Gattung *Eryngium.* Weite Verbreitung in der Alten Welt, besonders in Süd- und Osteuropa und Westasien, ferner in Zentral- und Südamerika. Viele Arten durch regelmäßige Teilung der Blätter und Hüllen und deren Färbung sehr dekorativ, so *E. maritimum* (südl. Europa, Nordafrika), *E. amethystinum* (Süd- und Osteuropa), *E. giganteum* (Kaukasus, pontisches Gebiet). *E. campestre* weit verbreitet in Europa. (Vgl. auch Abb. 524). — *Hacquetia*, *Astrantia* (Europa).

d) *Lagoecieae.* — *Lagoecia* (mediterran). *Petagnia* (Sizilien) mit dichasialer Infloreszenz (vgl. Abb. 526, Fig. 1).

C. **Apioideae.** Endokarp weich parenchymatisch, zuweilen mit subepidermaler Holzschicht. Griffel einer scheibenförmigen Wucherung aufsitzend. Sekretkanäle im jungen Fruchtknoten in den Riefen angelegt, später verschiedenartig ausgestaltet.

e) *Echinophoreae.* — *Echinophora* (Mediterrangeb., Orient).

f) *Scandiceae.* — *Chaerophyllum*, Kälberkropf. *Ch. bulbosum*, Kerbelrübe (Europa, Vorderasien), liefert als Gemüse verwendbare, rübenförmige Knollen; andere Arten giftig. — *Anthriscus*, Kerbelkraut. Die Blätter von *A. Cerefolium* (Europa) werden als Gewürz verwendet. — *Torilis*, *Caucalis*, *Orlaya*, *Scandix.*

g) *Coriandreae.* — *Coriandrum sativum* (Mediterrangeb., Orient). Die Früchte, welche frisch höchst unangenehm, erst trocken gewürzig duften, als Gewürz (Koriander) und medizinisch („Fructus Coriandri") verwendet; ähnlich die von *Bifora*-Arten.

h) *Smyrnieae.* — *Conium maculatum*, gefleckter Schierling (Europa, Asien, in andere Gebiete verschleppt), giftig; führt leicht zu Verwechslungen mit anderen Umbelliferen; „Herba Conii", Droge. — *Velaea* (Nordamerika), *Prangos* (Mediterrangeb., Orient), *Smyrnium* (Südosteuropa, Mediterrangeb., Orient).

i) *Ammineae.* — Als Gewürze verwendete, auch medizinisch gebrauchte („Fructus Carvi", „Fructus Anisi vulgaris", „Fructus Foeniculi") Früchte von *Carum Carvi*, Kümmel (Europa, Asien, Nordamerika), *Pimpinella Anisum*, Anis (Orient), *Foeniculum vulgare*, Fenchel (Mediterrangeb., Orient), alle 3 auch kultiviert. Von der letztgenannten Art gibt es auch eine Kulturform mit fleischig verdickten Blattscheiden, die, bes. in Italien, als Gemüse verwendet wird („finocchio"). — Küchengewürze, beziehungsweise Gemüse von *Anethum graveolens*, Dill (Mediterrangeb., Orient), *Sium Sisarum*, Zuckerwurz (Mittelasien), *Petroselinum hortense*, Petersilie (mediterran), *Apium graveolens*, Sellerie (mediterran), letztere als Kulturpflanze mit knollenförmiger Wurzel; alle kultiviert. — Giftpflanzen: *Cicuta virosa*, Wasserschierling (Europa, Nordamerika), *Oenanthe crocata* (Südeuropa) und *Oe. aquatica*, Wasserfenchel (Europa, Asien), *Aethusa Cynapium*, Hundspetersilie (Europa, Asien,

sonst verschleppt). — Die Doldenstrahlen von *Ammi Visnaga* (mediterran) als Zahnstocher verwendet. — Artenreiche Gattungen: *Bupleurum, Seseli, Ligusticum.* — In Europa und Asien weit verbreitet und vielfach lästige Unkräuter: *Aegopodium Podagraria* und *Falcaria vulgaris.*

k) Peucedaneae. — Medizinisch verwendet: „Radix Angelicae" von *Angelica Archangelica,* Engelwurz (Europa; Stengel und Blattstiele auch kandiert genossen), „Radix Levistici" von *Levisticum officinale,* Liebstöckel (Heimat: Persien), „Radix Imperatoriae" von *Peucedanum Ostruthium* (Mittel- und Südeuropa), ferner die Gummiharze mehrerer vorderasiatischer Umbelliferen, so „Asa foetida" von *Ferula*-Arten (*F. Assa-foetida, F. foetida, F. Narthex* u. a.), „Galbanum" von *Ferula galbaniflua, F. rubricaulis* und *F. ceratophylla,* „Ammoniacum" von *Dorema ammoniacum.* Im Orient finden die Gummiharze zahlreicher anderer, zum Teil noch nicht genügend bekannter Arten analoge Verwendung. — Als Gemüse dienen die Wurzeln von *Pastinaca sativa,* Pastinak (Europa). — Artenreiche Gattung: *Heracleum.*

l) Laserpitieae. — *Laserpitium, Siler.*

m) Dauceae. — *Daucus Carota,* die Möhre, Karotte (Europa, Asien, in viele Gebiete verschleppt). Der als Gemüse verwendeten Wurzeln halber in vielen Kulturrassen kultiviert.

---

2. Unterklasse. Sympetalae[1]).

Blumenkrone sympetal, d. h. im basalen Teile eine $\pm$ röhrenförmige Bildung darstellend, die entweder durch wirkliches seitliches Verwachsen der Blumenkronblätter oder durch Emporwachsen des gesamten Blumenkrongrundes entsteht. Samenanlagen in der Regel mit 1 Integument.

Die ökologische Bedeutung dieser Merkmale der Sympetalen ist nicht ganz geklärt. Die Sympetalie kann als eine Vervollkommnung des Schutzes der inneren Blütenteile und insbesondere als der Ausdruck der weitergehenden Anpassung an eine bestimmte Art des Tierbesuches aufgefaßt werden. Es ist verständlich, daß in einer Blüte, deren Blumenkrone durch Sympetalie eine Einheit darstellt, leichter eine Blütenform von ganz bestimmter Gestalt sich ausbilden kann. Für das Zustandekommen des einfachen Integumentes fehlt zurzeit ein Erklärungsversuch; ein solcher wird wohl von der Aufklärung der Funktionen der beiden Integumente der meisten Dialypetaleen abhängen und von der Entscheidung darüber, ob das eine Integument auf Verkümmerung eines der beiden oder auf eine Vereinigung derselben zurückführbar ist. Bei den *Primulales* scheint nach Warming[2]) das eine Integument dem inneren zu entsprechen, bei den *Ranunculaceae* und *Rosaceae* (wo auch Formen mit 1 Integument vorkommen), sowie einzelnen *Cucurbitaceae* der Vereinigung der beiden Integumente. Ein Rückschluß auf die anderen Sympetalen läßt sich daraus nicht ziehen, da gerade die *Primulales* und *Cucurbitaceae* eine Sonderstellung einnehmen.

---

[1]) Der Name stammt von Reichenbach (1828). Von älteren Namen werden hie und da (z. B. O. Kuntze und T. v. Post, Lexic. gen. phan., p. 678) die Namen *Monopetalae* Oeder (1766) und *Corolliflorae* DC. (1818) gebraucht. Der erstere ist unanwendbar, weil er gar nicht zur Bezeichnung einer Gruppe des Pflanzenreiches, sondern zur Bezeichnung eines Merkmales verschiedener Gruppen geschaffen wurde; der De Candollesche umfaßt choripetale und sympetale Pflanzen. Jüngere Namen sind: *Gamopetalae* Endl. (1838), *Metachlamydeae* Mac Mill. (1892).

[2]) Warming E., Observ. s. l. val. syst. d. l'ovule. Kopenhagen 1913. — Vgl. auch Wernham H. F., Floral evol. with part. ref. to the sympet. Dicot. New Phytol., XI., 1912.

Ob die Sympetalen eine entwicklungsgeschichtlich einheitliche Gruppe darstellen oder nicht, ist eine Frage[3]), deren Beantwortung von Wichtigkeit für die ganze Systematik der Dicotyledonen ist. Zahlreiche Gründe lassen es als sehr wahrscheinlich erscheinen, daß die Sympetalen nicht entwicklungsgeschichtlich einheitlich, sondern polyphyletisch entstanden sind. Für diese Auffassung spricht der Umstand, daß zwischen den Reihen der Sympetalen vielfach nur sehr lose Beziehungen erkennbar sind, daß dieselben aber mehrfach recht klare Beziehungen zu Reihen der Choripetalen aufweisen. Diese Tatsache findet ihren Ausdruck unter anderem auch darin, daß die charakteristischen Merkmale der Sympetalen bei einzelnen Vertretern der Choripetalen zu finden sind, und zwar gerade bei solchen, die auch sonst Ähnlichkeiten mit Sympetalen zeigen, daß anderseits bei mehreren Reihen der Sympetalen Kennzeichen der Choripetalen auftreten. So finden sich unter den Choripetalen sympetale Korollen bei einzelnen *Centrospermae* (*Basellaceae* — Beziehungen zu den *Plumbaginales*), *Parietales* (*Fouquieriaceae*, *Achariaceae*, *Caricaceae* — Beziehungen zu den *Cucurbitales*), *Guttiferales* (ev. Beziehungen zu den *Bicornes*), *Gruinales* (ev. Beziehungen zu den *Convolvulales*), *Celastrales* (Beziehungen zu den *Ligustrales*), *Rosales* (*Crassulaceae*, *Pittosporaceae* u. a. — ev. Beziehungen zu den *Tubiflorae*); Choripetalie findet sich vereinzelt bei den sympetalen Reihen der *Plumbaginales*, *Bicornes* und *Primulales*. Ein Integument[4]) zeigen die Samenanlagen der choripetalen *Loasaceae* (ev. Beziehungen zu den *Cucurbitales*), *Saxifragaceae* (zum Teil — ev. Beziehungen zu den *Tubiflorae*), *Limnanthaceae* (ev. Beziehungen zu den *Convolvulaceae*), *Umbelliflorae* (Beziehungen zu den *Rubiales*); dagegen findet sich Sympetalie in Verbindung mit 2 Integumenten bei den *Plumbaginaceae* und *Primulaceae* (Beziehungen zu den *Centrospermae*), *Ebenaceae*, *Cucurbitaceae* und anderen. Die naheliegende Konsequenz der Überzeugung, daß die Sympetalen eine von verschiedenen Gruppen der Choripetalen abzuleitende polyphyletische Pflanzengruppe darstellen, wäre natürlich die Auflassung derselben als systematische Abteilung und die Einfügung der einzelnen Reihen an die ihnen zukommenden Stellen im System der Choripetalen. Es erscheint heute noch nicht angemessen, diese Konsequenz zu ziehen, da nicht für alle Reihen der Sympetalen der Anschluß an Choripetale hinreichend sichergestellt ist; auch würde die Übersichtlichkeit des Systemes dadurch stark leiden. Gerade an dieser Stelle sei an das schon mehrfach Gesagte erinnert (vgl. S. 13 und 537), daß es überhaupt nicht möglich ist, die entwicklungsgeschichtlichen Beziehungen der Pflanzen in einem linearen Systeme ganz zum Ausdrucke zu bringen, daß das natürliche System vielfach den Charakter eines Kom-

---

[3]) Hallier H., Über die Verwandtschaftsverh. d. Tubifloren und Ebenalen, den polyphylet. Ursprung des Sympetalen u. Apetalen usw. Abh. d. naturw. Ver. Hamburg, XVI., 2 (1901); L'orig. et le syst. phyl. d. Angiosp. Arch. Néerl. d. Sc. Exact. et Nat., sér. III. B, tom. I (1912).

[4]) Vgl. auch Tieghem Ph. v., L'œuf des plantes cons. comme base de leur classif. Ann. sc. nat., Bot., VIII. sér., t. XIV, p. 213 (1901).

promisses zwischen dem Bedürfnisse nach Übersichtlichkeit und dem Wunsche nach dem Ausdrucke wissenschaftlicher Erkenntnisse tragen muß.

Eine andere Konsequenz läßt sich aber heute schon aus jener Erkenntnis ziehen; sie besteht in dem Bestreben, bei Abgrenzung von Reihen innerhalb der Sympetalen auf ihre eventuellen Beziehungen zu den Choripetalen möglichst Rücksicht zu nehmen.

Dieselben Schwierigkeiten, die sich bei der Abgrenzung der Sympetalen überhaupt ergeben, stellen sich auch dem Versuche einer möglichst natürlichen Anordnung derselben in den Weg. Man könnte die Reihen der Sympetalen in analoge Aufeinanderfolge wie die ihnen entsprechenden Reihen der Choripetalen bringen. Dies würde jedoch eine geringe Übersichtlichkeit ergeben und wissenschaftlich doch nicht zum Ziele führen, da ja auch die Aufeinanderfolge der Reihen der Choripetalen aus Gründen der linearen Anordnung ebenso keine ganz natürliche ist. Es erscheint daher vorläufig noch als das Beste, die Reihen der Sympetalen im allgemeinen nach der Entwicklungshöhe, die sie erreichen, zu gruppieren, mit nachdrücklicher Betonung ihres eventuellen Anschlusses an die Choripetalen. Diesem Grundsatz entspricht die Anordnung der Reihen der folgenden Darstellung.

Sie beginnt daher mit Reihen, deren Blüten häufig noch zwei Staminalwirtel besitzen, in denen Choripetalie und Zweizahl der Integumente noch relativ häufig sind, und schließt mit Reihen, in denen Unterständigkeit des Gynöceums ganz allgemein sich findet. In die erste Reihengruppe gehören die *Plumbaginales*, *Primulales*, *Bicornes* und *Diospyrales*, welche deshalb vielfach als *Pentacyclicae* den übrigen Reihen, den *Tetracyclicae* gegenüber gestellt werden. Gerade die Reihen der *Pentacyclicae* stehen in relativ klarsten Beziehungen zu Reihen der *Choripetalae* und ihre Abtrennung von den Sympetalen wäre am leichtesten schon heute durchzuführen. Dadurch würde die ganze Unterklasse der *Sympetalae* etwas an Einheitlichkeit gewinnen und es würde das konstante Vorkommen eines Staminalkreises zu den Merkmalen dieser Unterklasse hinzutreten.

Auch sero-diagnostische Untersuchungen[5]) haben ergeben, daß die Reihen der *Plumbaginales*, *Primulales*, *Bicornes* und *Diospyrales* den anderen Reihen der *Sympetalae* ferne stehen. Die übrigen Reihen zeigen in ihren Reaktionen — wenn von den *Cucurbitales* und *Synandrae* abgesehen wird — mehr oder minder deutliche Beziehungen zueinander.

1. Reihe. *Plumbaginales.*

Blüten fünfzählig, aktinomorph. Fünf epipetale Staubgefäße. Fruchtknoten oberständig, 5blättrig, aber 1fächerig; 4 Fruchtknotenblätter steril, eines fertil mit einer basilären, nahezu in der Mitte des Fruchtknotens stehenden Samenanlage. Samenanlage mit sehr langem Funiculus und 2 Integumenten.

Die *Plumbaginales* können in nähere Beziehungen zu den *Primulales* gebracht werden, von denen sie aber doch recht verschieden sind. Sie unter-

---

[5]) Vgl. Alexnat W., Sero-diagn. Unters. üb. d. Verw. innerh. d. Sympetalen. Bot. Arch., I., 1922.

scheiden sich von den *Primulales* vor allem durch den ganz anderen Bau des Fruchtknotens und der Samenanlage, durch den Bau der Infloreszenzen und das sehr regelmäßige Vorkommen von Blütenvorblättern. Wenn auch für die *Primulales* eine ähnliche Herkunft angenommen werden kann, so sind sie doch von den *Plumbaginales* so verschieden, daß eine Unterbringung in zwei Reihen ganz gerechtfertigt erscheint.

Sucht man im ganzen Pflanzenreiche nach größeren Ähnlichkeiten mit den *Plumbaginales*, so findet man dieselben ausschließlich bei den Centrospermen, wenn man auch nicht die *Plumbaginales* einer der heute lebenden Centrospermenfamilien direkt anschließen kann. Bei den Centrospermen finden sich ebenfalls mehrblättrige, aber einfächerige Fruchtknoten mit einer basilären Samenanlage an langem Funiculus, ebenfalls häufig Vorblätter an den Blüten, gleicher Frucht- und Samenbau, analoge anatomische Eigentümlichkeiten (Auftreten sekundärer Hartbastgruppen in der primären Rinde oder im Bastteile der ursprünglichen Gefäßbündel, markständige Gefäßbündel u. a.), gleiche Nektarienbildung in der Blüte[6]), ja sogar sympetale Korollen mit epipetalen Staubgefäßen weist die Familie der *Basellaceae* auf. Auch serodiagnostische Untersuchungen sprechen für den Anschluß der *Pl.* an die Centrospermen[7]). Die *Plumbaginales* stellen zweifellos einen sympetalen Typus der Centrospermen dar.

Einzige Familie: ***Plumbaginaceae***[8]). (Abb. 528 bis 530.) Sträucher oder krautige Pflanzen mit einfachen, zumeist ganzrandigen Blättern mit oder ohne Nebenblätter. Blütenstände ähren-, kopf- oder rispenförmig; in den beiden letzteren Fällen mit dichasialen oder wickelartigen Teilinfloreszenzen. Blüten stets mit (1 bis 2) Vorblättern. Kelch meist trockenhäutig und bleibend. Samenanlage mit der Mikropyle nach oben, an einem langen, die Samenanlage meist einmal ganz umkreisenden Funiculus. Frucht eine nußartige Schließfrucht oder deckelartig sich öffnend. Samen mit mehlreichem Endosperm.

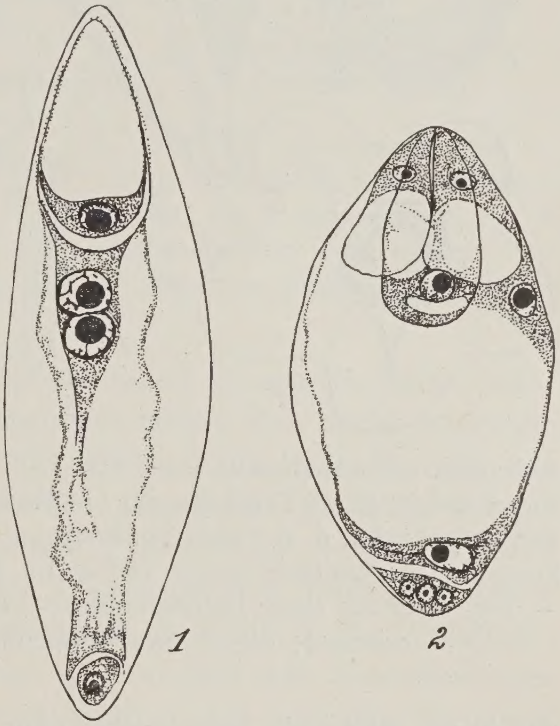


Abb. 528. Embryosäcke von *Plumbaginaceae*. — Fig. 1 Embryosack von *Plumbagella micrantha*, Fig. 2 von *Armeria vulgaris*. — Vergr. — Nach Dahlgren.

---

[6]) Vgl. Porsch O. in Ber. d. d. bot. Ges., Bd. XXXI, 1913.
[7]) Vgl. Malligson F. in Bot. Arch., I., 1922.
[8]) Pax F. in E. P., IV. 1, S. 116, 1889; Nachtr. III, S. 286; Nachtr. IV, S. 239. — Oliver D., Observ. on the struct. of the stem in cert. spec. of *Caryophylleae* and *Plumbagineae*. Transact. Linn. Soc. Lond., XXII. 4., p. 289, 1859. — Wilson J., The Mucil. and other Glands of the Plumbagin. Ann. of Bot., Vol. IV., 1890. — Tieghem Ph. v., Sur les prét.

Von anatomischen Eigentümlichkeiten ist insbesondere das häufige Vorkommen epidermaler, wasser-, kalk- oder schleimabsondernder Drüsen (Abb. 530) zu erwähnen, dann das Vorkommen mark- und rindenständiger Gefäßbündel, von Weichbastgruppen im Holze, von Sklerenchymfasergruppen in der primären Rinde und im Marke bei einzelnen Gattungen. Nadelförmige Blätter bei *Acantholimon*. Breit geflügelte Stengel bei mehreren *Limonium*-Arten. Bei *Armeria* besitzen die äußersten Hüllblätter der köpfchenförmigen Infloreszenz am Grunde blattartige Verlängerungen, die zu einer den obersten Teil des Infloreszenzschaftes röhrenförmig umgebenden Hülle verwachsen. Vermittlung der Befruchtung durch einen Gewebepfropf, der im obersten Teile des Fruchtknotens entspringt

Abb. 529. *Plumbaginaceae*. — Fig. 1—5. *Armeria alpina*; Fig. 1 Blüte mit Vorblatt *vb*; Fig. 2 Kelch; Fig. 3 Fruchtkn. im Längsschn., *J* äußeres, *i* inneres Integument, *f* Funikulus; Fig. 4 Querschn. d. d. Fruchtkn. knapp über der Mikropyle; Fig. 5 Querschn. d. d. Fruchtknoteninnenraum tiefer unten; in Fig. 4 u. 5. bedeuten die Buchstaben dasselbe wie in Fig. 3. — Fig. 6. Stück eines Blütenstandes v. *Limonium vulgare*. — Fig. 7. Blüte v. *Plumbago capensis*; Fig. 8 Gynöceum davon. — Alle Fig. vergr. — Original.

und in die Mikropyle hineinwächst (Abb. 529, Fig. 3). Nukleäre Endospermbildung wie bei den Centrospermen. Samenanlage krassinuzellat. Massige Entwicklung des Suspensors.

Die Familie besitzt eine große Verbreitung; Hauptverbreitungsgebiete: Mittelmeerländer, Vorder- und Zentralasien. Viele Arten sind steppen- und meerstrandbewohnend.

---

affin. des Plombag. et des Primul., Bull. d. Mus. Hist. Nat. Paris, IV., p. 131, 1900; Sur la fréqu. invers. de l'ovule et la stéril. correl. du pistil dans cert. *Statice*, Journ. d. bot., XIV., 1900. — Romano P., Ricerche s. formaz. e sulla funz. della guaina delle Armerie. Malpighia, XIX., 1905. — Warming E., Observ. s. l. val. syst. d. l'ov. Kopenhagen 1913. — Dahlgren O., Der Embryos. v. *Plumbagella* usw. Ark. f. Bot., XIV., 1915; Zytol. u. embryol. Stud. üb. *Primul.* u. *Plumbaginal.*, K. Sv. Vetensk. Handl., Bd. 56, 1916. — In bez. auf d. Anat. vgl. Solereder H., Syst. Anat., S. 565, 1899.

A. Plumbaginoideae. Reifer Embryosack 4 kernig (Abb. 528, Fig. 1). Infloreszenz einfach, razemös erscheinend: *Plumbago. P. europaea* mit klebrig-drüsigen Kelchen, im Mediterrangebiete weit verbreitet, *P. capensis* oft kultiviert. — *Plumbagella* (Sibirien).

B. Staticoideae. Reifer Embryosack 8 kernig (Abb. 528, Fig. 2.) Infloreszenz aus Wickeln zusammengesetzt: *Acantholimon.* Polsterförmige Halbsträucher mit nadelförmigen Blättern, besonders artenreich in Vorderasien. — *Limonium,* Strandnelke, mit zahlreichen Arten. Blätter meist breit. Infloreszenzen rispenförmig. — *Armeria,* Grasnelke. Blätter grasähnlich, Infloreszenzen kopfförmig. Mehrere Arten auf Hochgebirgen (so *A. alpina* in den Gebirgen Europas), in arktischen und antarktischen Gebieten (so *A. maklo-viana* auf den Falklandsinseln, *A. labradorica* in Grönland und Labrador). *A. maritima* als Zierpflanze oft kultiviert. — Die Wurzeln mehrerer Plumbaginaceen werden ihres Gerbstoffreichtums halber technisch verwendet.

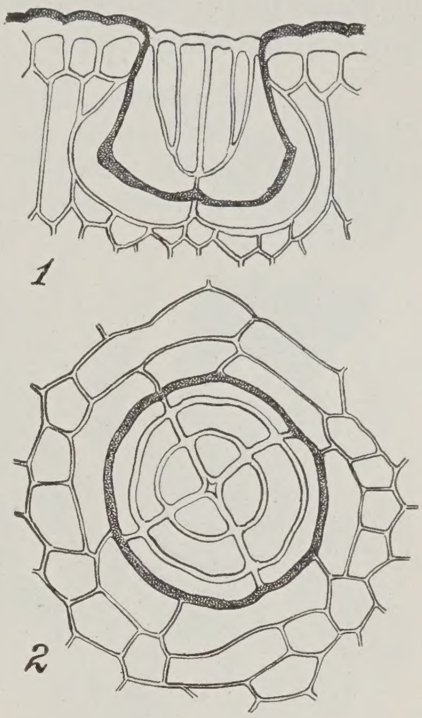


Abb. 530. *Plumbaginaceae.* — Blattdrüsen von *Aegialitis annulata,* Fig. 1 Querschnitt, Fig. 2 Flächenbild von außen. — Vergr. — Nach Solereder.

2. Reihe. *Primulales.*

Blüten fünf-, seltener vier- oder mehrzählig, aktinomorph, selten zygomorph. Staubgefäße den Korollblättern gleichzählig, also zumeist fünf, und zwar epipetal. Außerdem nicht selten episepale Staminodien (?). Gynöceum oberständig, seltener unterständig; Fruchtknoten immer einfächerig mit 1 bis vielen Samenanlagen an einer basilären zentralen Plazenta. 2 Integumente. Samenanlage tenuinuzellat.

Die mehrfach, auch in den früheren Auflagen dieses Buches, angenommenen Beziehungen der *Pr.* zu den *Bicornes* haben sich nicht bestätigt. Dagegen wurde schon früher[9]) auf eine Ähnlichkeit mit den *Plumbaginales* in bezug auf die Staubgefäß- und Korollenbildung aufmerksam gemacht, welche darin besteht, daß beide Teile aus demselben Primordium entstehen. Dies würde auf eine eventuelle Herkunft von den Centrospermen hindeuten. Dazu kommt nun die gleiche Art der Plazentation, die Andeutung der Campylotropie an Samenanlagen bei den *Prim.,* der gleiche Bau der Samenanlagen (2 Integumente, nukleäres Endosperm) und endlich das sero-diagnostische Verhalten[10]), das recht unzweideutig Beziehungen zu den Centrospermen ergibt. Von der Zugehörigkeit der *Lentibulariaceae* zu den *Primulales* konnte ich mich trotz der positiven Serumreaktion nicht überzeugen.

Von den 3 Familien der *Primulales* stehen sich die *Myrsinaceae* und *Primulaceae* sehr nahe; die ersterwähnten sind wohl insoferne am stärksten abgeleitet, als die Reduktion der episepalen Staubblätter am weitesten gediehen ist.

---

[9]) Vgl. Eichler A., Blütendiagr., I., 1875, u. die dort zitierte Literatur.

[10]) Vgl. Malligson F. in Botan. Arch., I., 1922.

1. Familie: **Theophrastaceae**[11]). (Abb. 531.) Bäume und Sträucher mit einfachen, oft an den Enden der Äste büschelig stehenden Blättern. Blüten zwitterig oder eingeschlechtig. Außer den 5 fertilen epipetalen Staubgefäßen 5 episepale staminodienähnliche Zähne. Steinfrüchte, Beeren oder Schließfrüchte.

Von anatomischen Eigentümlichkeiten sind insbesondere die sklerenchymatischen Elemente des Blattrandes und subepidermale Sklerenchymfasern in den Blättern hervorzuheben. Tropisches Amerika. — *Theophrasta, Clavija, Jacquinia.* Holz und Wurzeln mehrerer Arten werden als Fischgifte verwendet.

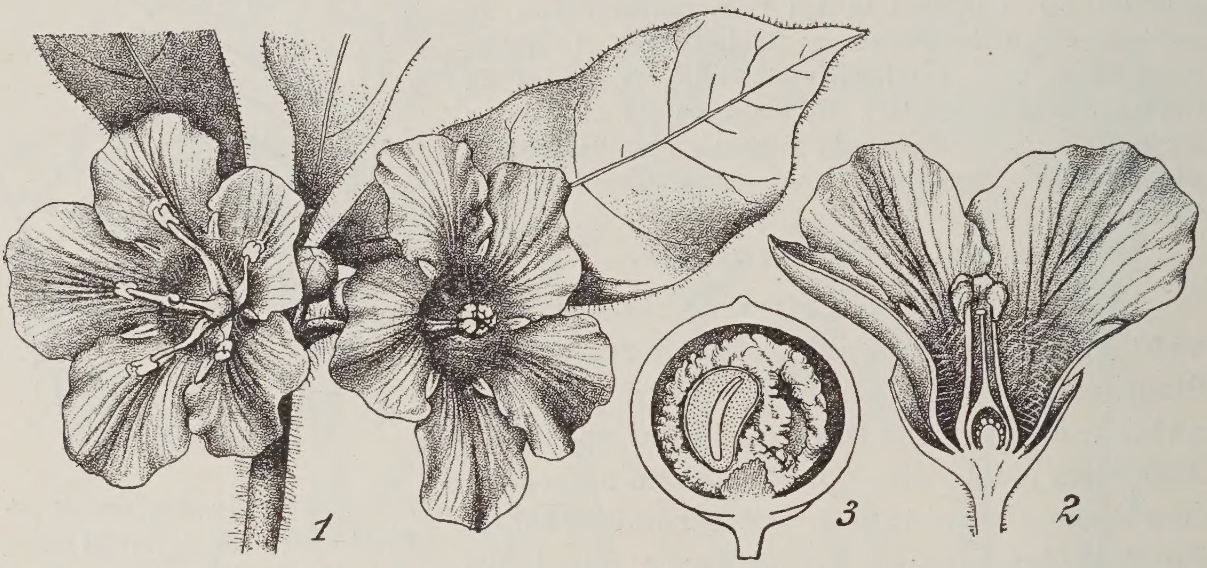


Abb. 531. *Theophrastaceae. Jacquinia ruscifolia.* — Fig. 1. Blütenzweig. — Fig. 2. Blüte, längs durchschn. — Fig. 3. Frucht, längs durchschn. — Fig. 1 nat. Gr., 2 u. 3 etw. vergr.— Original.

2. Familie: **Primulaceae**[12]) (= *Anagallidaceae* 1763). (Abb. 532 u. 533.) Krautige Pflanzen, seltener Halbsträucher, mit meist einfachen, oft grundständigen Blättern. Blüten zwitterig, aktinomorph, nur selten *(Coris)* zygomorph. Fertile Staubgefäße epipetal, außerdem manchmal noch 5 episepale staminodienähnliche Zähne oder Lappen (Abb. 533) oder wenigstens auf solche zurückführbare Gefäßbündel. Fruchtknoten oberständig oder halbunterständig. Kapseln.

---

[11]) Vgl. Mez C., *Theophrastaceae* in Engler A., Das Pflanzenreich, 15. Heft, 1903, und die dort zitierte Literatur, ferner: Votsch W., Neue system.-anatom. Unters. v. Blatt und Achse der *Theophrastaceae.* Bot. Jahrb. f. Syst. usw., XXXIII., 1904.

[12]) Vgl. Pax F. u. Knuth R., *Primulaceae* in Engler A., Das Pflanzenreich, 22. Heft (1905) u. die dort zitierte Literatur, ferner: Brockschmidt O., Morph., anat. u. biol. Unters. üb. *Hottonia.* Erlangen 1904. — Bateson W. and Gregory R. C., On the inherit. of heterostyly in *Pr.* Proc. Roy. Soc. London, LXXVI., ser. B, 1905. — Hildebrand Fr., Die *Cyclamen*-Arten als ein Beisp. f. d. Vork. nutzloser Versch. Beih. Bot. Zentralbl., XXII., Abt. II, 1907. — Thenen S., Zur Phylog. d. *Pr.*-Blüte. Jena 1911. — Dahlgren O., Zytol. u. embryolog. Stud. üb. d. R. der *Prim.* usw. K. Sv. Vet.-Ak. Handl., LVI., 1916. — Tischler G., Anal. u. exper. Stud. zum Heterostylie-Probl. bei *Pr.* Festschr. kgl. landw. Hochsch. Hohenheim 1918.

Sekretzellen und interzellulare Sekretlücken. Mehrere Gefäßbündelstränge im Stamme einiger *Primula*-Arten. Ein Keimblatt, das später zum ersten Laubblatt auswächst, bei *Cyclamen.* Hypokotylknollen und sekundäre knollige Rhizome bei derselben Gattung. Untergetauchte, zart fiederig geteilte Blätter bei *Hottonia.* Insektenbestäubung oder (besonders bei kleinblütigen Arten) Selbstbestäubung, seltener Windbestäubung (bei *Cyclamen*

Abb. 532. *Primulaceae.* — Fig. 1. Blüte von *Dodecatheon Meadia.* — Fig. 2. Dieselbe längs durchschn. — Fig. 3. Bl. von *Cyclamen neapolitanum.* — Fig. 4. Frucht von *C. europaeum.* — Fig. 5 u. 6. Keimpflanzen von *C. persicum.* — Fig. 7. Längsschn. durch eine langgriffelige, Fig. 8 durch eine kurzgriffelige Blüte von *Primula Clusiana.* — Fig. 9. Pollenkorn einer langgriffeligen, Fig. 10 einer kurzgriffeligen *Primula* bei gleicher Vergr. — Fig. 11. Blüte von *Primula sinensis,* längs durchschn. — Fig. 12. Fr. von *P. Auricula.* — Fig. 13. Blüte, Fig. 14 Fr. von *Soldanella alpina.* — Fig. 15. Fr. von *Anagallis femina.* — Fig. 16. Fr. von *Lysimachia vulgaris.* — Fig. 17. Blüte von *Samolus Valerandi,* längs durchschn. — Fig. 3, 11 nat. Gr., alle and. vergr. — Fig. 5 und 6 nach Hildebrand, die übrigen Original.

am Schlusse der Blütezeit). Heterostylie bei *Primula* und *Hottonia*; mit derselben ist Dimorphismus der Korollen und Verschiedenheit in Form und Größe der Pollenkörner sowie der Narbenpapillen verbunden.

Fast über die ganze Erde verbreitet, mit der größten Artenzahl in den nördlich-extratropischen Gebieten und der geringsten in den Tropen.

A. Fruchtknoten oberständig. *a*) Blüte aktinomorph; Korolle in der Knospe nicht gedreht: **Androsaceae:** *Primula*[13]), Schlüsselblume, mit zahlreichen, insbesondere Gebirge bewohnenden, schönblühenden Arten. Viele Hybriden. Als Zierpflanzen werden besonders häufig kultiviert: *P. vulgaris* (Mittel- und Südeuropa) und *P. elatior* (Mitteleuropa) mit zumeist gelben, in der Kultur aber vielfarbigen Korollen, die Gartenaurikel, *P. hortensis*, welche auf eine Kreuzung der gelbblühenden *P. Auricula* (Gebirge von Mittel- und Südeuropa) mit einer rotblühenden Art, der *P. hirsuta* der Alpen, zurückzuführen ist, dann *P. sinensis* (= *praenitens*) (China), *P. obconica* (Nordostasien), Bastarde der *P. sinensis* und *obconica*, *P. Sieboldii* (Japan, Ostsibirien), *P. denticulata* (Himalaja), *P. rosea* (Himalaja), *P. Juliae* (Kaukasus), *P. Littoniana*, *P. Cockburniana* (China), *P. japonica* (Japan) u. a. Mehrere Arten besitzen Blattdrüsen, welche ein giftiges, hautreizendes Sekret absondern, so besonders *P. obconica*, dann *P. sinensis*, *P. Sieboldii* u. a.[14]) — *P. Kewensis* (*floribunda* × *verticillata*) mit bemerkenswerten cytologischen Verhältnissen[15]). — *Dionysia* (Persien). — *Androsace*, Mannsschild, mit vielen Arten in Europa, Asien und Westamerika, besonders Gebirgspflanzen, z. B. *A. chamaejasme*, *A. villosa*, *A. lactea* u. a. — *Soldanella*[16]) (Gebirge Europas, so *S. alpina*, *S. montana* u. a.). — *Hottonia*. Untergetauchte Wasserpflanzen mit feinzerteilten Blättern. *H. palustris* in Europa, *H. inflata* in Nordamerika. — *Dodecatheon*. Korollblätter zurückgeschlagen. Artenreich

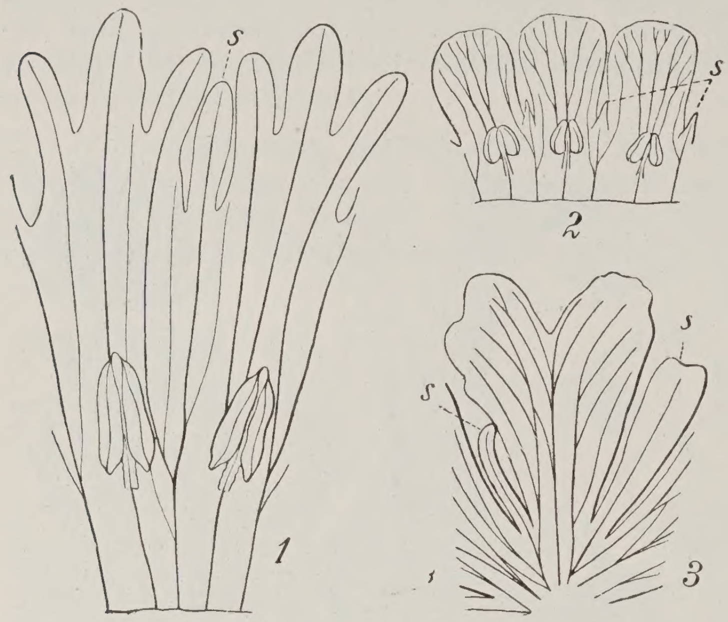


Abb. 533. Staminodienartige Bildungen bei Primulaceen. Teile von Korollen, von innen gesehen. — Fig. 1. *Soldanella pusilla*. — Fig. 2. *Samolus Valerandi*. — Fig. 3. *Primula cortusoides*, abnormerweise gelegentlich auftretende Staminodiallappen. — *s* Staminodien. — Vergr. — Fig. 1 u. 2 Original, Fig. 3 nach Thenen.

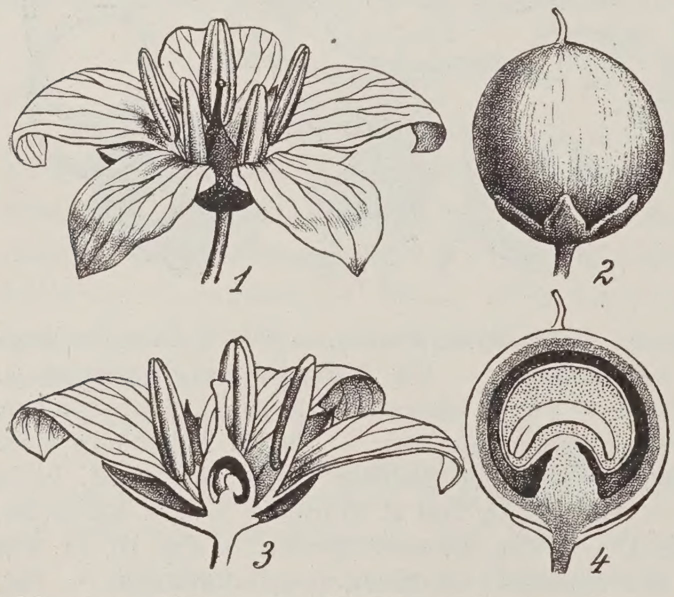


Abb. 534. *Myrsinaceae. Embelia Ribes*. — Fig. 1. Blüte. — Fig. 2. Frucht. — Fig. 3. Blüte im Längsschnitt. — Fig. 4 Frucht im Längsschn. — Vergr. — Nach Baillon.

[13]) Pax F. in Bot. Jahrb. f. System. usw., X., 1889. — Widmer E., Eur. Art. *Primula*. 1889. — David P., The Eur. Spec. of the gen. *Pr.* Transact. Bot. Soc. Edinb., XXII., 1902. Primula Conference. Journ. Roy. hort. Soc., 1913. — Macwall J., The prim. of Eur., London 1923.

[14]) Vgl. Nestler A., Hautreizende Primeln. Berlin 1904.

[15]) Vgl. Digby L., The cytol. of *Pr. Kew.* usw. Ann. of Bot., XXVI., 1912.

[16]) Vgl. Vierhapper F. in Ascherson-Festschr., Berlin 1904.

im pazifischen Nordamerika; oft kultiviert: *D. Meadia.* — *b*) Blüten aktinomorph; Korolle in der Knospe gedreht; Knollen: **Cyclamineae:** *Cyclamen.*[17]). Artenreich im europäischen und vorderasiatischen Mediterrangebiet; in Mittel- und Südeuropa: *C. europaeum*, Erdscheibe. Beliebte Topfpflanze mit zahlreichen Kulturformen: *C. persicum* (östliches Mediterrangebiet). — *c*) Blüte wie bei *b*; keine Knollen: **Lysimachieae:** *Lysimachia.* Blätter nicht grund-, sondern quirl-, gegen- oder wechselständig; *L. Nummularia*, vielfach ohne Fruchtbildung infolge von Selbststerilität. — *Trientalis*, *Anagallis.* — *d*) Blüten zygomorph: **Corideae:** *Coris* (mediterran). — *B.* Fruchtknoten halbunterständig: **Samoleae:** *Samolus.*

3. Familie: **Myrsinaceae**[18]). (Abb. 534.) Vorherrschend Holzpflanzen mit einfachen Blättern. Von den Theophrastaceen verschieden durch das vollständige Fehlen der episepalen Staubgefäße und durch das konstante Vorhandensein schizogener Sekretlücken. Von den Primulaceen, abgesehen vom Habitus (Holzpflanzen), insbesondere verschieden durch die Früchte (Steinfrüchte oder Beeren).

Häufig diözische Blüten. Halbunterständige Fruchtknoten bei *Maesa.* Quergefächerte Antheren bei *Aegiceras* und *Ardisia humilis*, bei ersterer auch Keimung der Samen in der noch auf der Pflanze hängenden Frucht (analoges Verhalten wie bei der an gleichen Standorten vorkommenden *Rhizophora*, vg. S. 691). Bei *Ardisia* Polyembryonie.

Verbreitet in den Tropen. — *Ardisia crispa* (trop. Ostasien) wird in Gewächshäusern und als Zierpflanze viel kultiviert (Symbiose mit *Bacillus foliicola*, welcher in knotenförmigen Anschwellungen in der Nähe des Blattrandes sich findet[19])). — *Aegiceras maius*, Mangrovepflanze der Alten Welt. — *Rapanea*, *Embelia.*

3. Reihe. *Bicornes.*

Blüten fünf- oder vierzählig, aktinomorph, seltener zygomorph. Staubgefäße 10 oder 5 (im letzteren Falle fehlen die epipetalen), zumeist im Blütengrunde, seltener auf der Korolle entspringend. Pollen häufig in Tetraden. Gynöceum oberständig oder unterständig; Fruchtknoten 2- bis vielblättrig (meist 4- bis 5blättrig), ebensoviel-fächerig oder im oberen Teile einfächerig. Samenanlagen 1 bis viele in jedem Fache, zentralwinkelständig, mit 1 Integument. Innerste Schichte des Integumentes als Tapetum entwickelt. Zelluläre Endospermbildung und Endospermhaustorien. (Abb. 535.)

Was die Beziehungen der Reihe zu Choripetalen anbelangt, so ist deren Klarstellung nicht leicht und auch bisher nicht einwandfrei gelungen. Am ehesten scheinen Beziehungen zu den *Guttiferales* zu existieren, wenigstens treten bei diesen, speziell bei den Dilleniaceen, Ochnaceen, Marcgraviaceen

---

[17]) Monographie: Hildebrand F., Die Gattung *Cyclamen.* 1998.

[18]) Pax F. in E. P., IV. 1, S. 84, 1889; Nachtr. III, S. 269; Nachtr. IV, S. 235. — Mez C. in Engler A., Das Pflanzenreich, 9. Heft, 1902. — Jaensch O., Beitr. z. Embryolog. v. *Ardisia crispa.* Breslau 1906. — Grosse A., Anat.-syst. Unters. d. *M.* Bot. Jahrb., XLI., 1908. — Dahlgren K. O., Zytol. u. embryol. Stud. öb. d. R. d. *Primul.* etc., K. Sv. Vet. Ak. Handl., 56., 1916.

[19]) Vgl. Miehe H., Weitere Unters. üb. d. Bakt.-Symb. bei *Ardisia cr.*, I., Jahrb. f. wiss. Bot., LIII., 1913; II., a. a. O., LVIII., 1919.

und Theaceen[20]), manche Eigentümlichkeiten auf, die bei den *Bicornes* wiederkehren (so unvollständige Fächerung der Fruchtknoten verbunden mit zentralwinkelständiger, bzw. zentraler Plazentation, Antheren mit apikalen Poren, Spikularzellen im Mesophyll, sympetalenähnlicher Samenanlagenbau u. a.). Auch bietet der Gesamtbauplan der Blüten der beiden genannten Familien keine Schwierigkeiten, wenn man versucht, den Blütenbau der *Bicornes* von ihm abzuleiten.

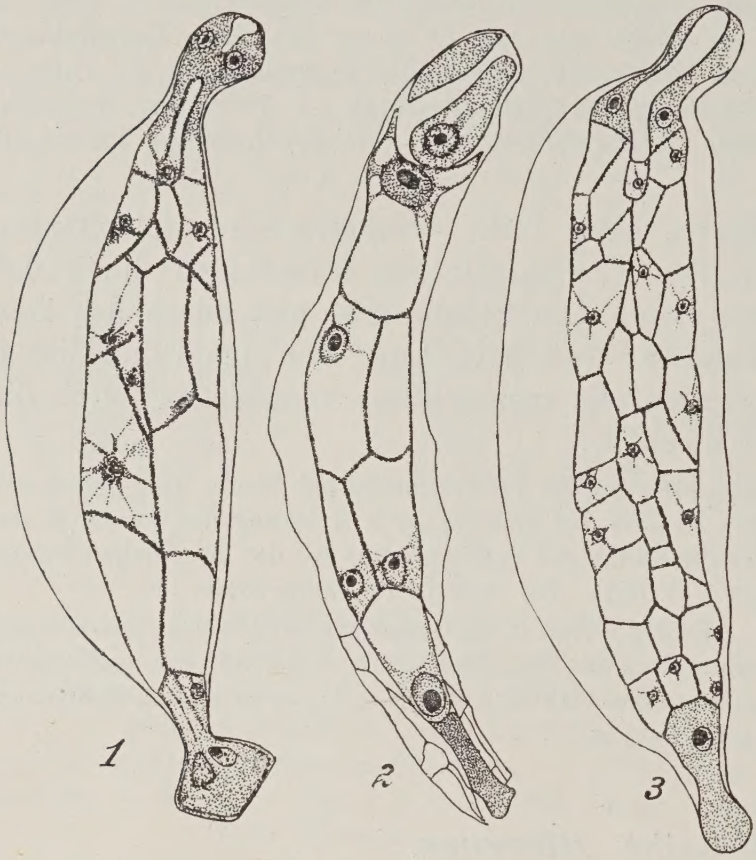


Abb. 535. Embryosäcke mit Endosperm- und Haustorienbildung von *Bicornes*. — Fig. 1. *Andromeda polifolia* (*Ericaceae*). — Fig. 2. *Epacris impressa* (*Epacridaceae*). — Fig. 3. *Empetrum nigrum* (*Empetraceae*). — Vergr. — Nach Samuelsson.

Dem widerspricht allerdings der sero-diagnostische Befund, nach dem die *Bicornes* den *Celastrales* angereiht wurden[21]). Ich kann der sero-diagnostischen Untersuchung in diesem Falle keine Beweiskraft zuschreiben, da sie sich nur auf 2 Reaktionen, noch dazu mit Serum von enormer Reichweite stützt.

Die Zusammengehörigkeit der als *Bicornes* zusammengefaßten Familien, mit Ausnahme der *Diapensiaceae*, ist wohl unzweifelhaft.

1. Familie: **Clethraceae**[22]). Bäume und Sträucher mit wechselständigen, besonders in der Jugend und auf der Unterseite oft dicht behaarten Blättern. Blüten in Trauben oder Rispen. Blumenkrone choripetal. Pollen einfach. Fruchtknoten 3fächerig. Frucht eine 3fächerige Kapsel.

Einzige Gattung *Clethra* in tropischen und subtropischen Gebieten, besonders in Amerika. *C. alnifolia* (südöstliches Nordamerika) häufig in Gewächshäusern kultiviert.

---

[20]) Vgl. Hallier H., Üb. d. Verwandtschaftsverh. d. Tubifl. usw., Abh. d. naturw. Ver. Hamburg, XVI., 2., S. 82; L'orig. et le syst. phyl. d. Angiosp., Arch. Néerl. d. Sc. Ex. et Nat., sér. III. B, I., 1912. — Baillon H., Hist. d. pl., XI., p. 142, 1892 und in Bull. d. l. Soc. Linn. Paris, Nr. 89, 1887. — Drude O. in E. P., IV. 1, S. 30, 1897. — Schnarf K., Bem. z. Stellg. d. Gttg. *Saur.* im System. Sitzb. Akad. Wiss., Wien, 1924.

[21]) Vgl. Hoeffgen Fr., Sero-diagn. Unters. üb. d. Verw.-Verh. innerh. d. Columnif.-Astes. Bot. Arch., I., 1922.

[22]) Drude O. in E. P., IV. 1, S. 1, 1889.

2. Familie: **Pirolaceae**[23]) (= *Monotropaceae* 1818). (Abb. 536.) Perennierende Kräuter mit immergrünen Blättern oder chlorophyllose Saprophyten. Blüten in Trauben oder einzeln, mit freiblättriger oder sym-

Abb. 536. *Pirolaceae.* — Fig. 1. *Monotropa Hypopitys.* — Fig. 2. Blüte davon mit Deckblatt. — Fig. 3. Andröceum u. Gynöceum davon, längs durchschn. — Fig. 4. Längsschn. d. ein Wurzelstück von *Sarcodes sanguinea* mit ektotropher Mykorrhiza *m* und verpilzter Epidermis *e*. — Fig. 5. Blütenstand von *Pirola chlorantha.* — Fig. 6. Blüte von *P. rotundifolia*; Fig. 7 dieselbe im Längsschn. — Fig. 8. Staubgefäß von *P. chlorantha.* — Fig. 9. Junge Sprosse *sp* von *P. uniflora* aus der persistierenden Wurzel entspringend. — Fig. 1 nat. Gr., 2, 3, 5 bis 9 etwas, 4 stark vergr. — Fig. 4 nach Mac Dougal, 5 u. 8 nach Dietrich, 9 nach Velenovský, 1—3, 6, 7 Original.

petaler Korolle. Pollen einfach oder in Tetraden. Fruchtknoten 4- bis 5blättrig, ebensoviel-fächerig (manchmal unvollkommen gefächert). Samen

[23]) Drude O. in E. P., IV. 1, S. 3, 1889. — Oliver F. W., On *Sarcodes sang.* Ann. of Bot., Vol. IV., 1890. — Mac Dougal D. T. and Lloyd F., The Roots and Mycorrh. of some of the Monotrop. Bull. N.-York Bot. Gard., I., 1896—1900. — Malme G. O. A., Kronbladens knoppl. och ståndarnas def. ställn. hos *Pyrola unifl.* K. Svensk. Vet.-Akad. Forh., 1900. — Velenovský J., Über die Biologie u. Morphologie der Gattg. *Monesis*, Rozpravy české Akad. Prag, 1892; O Klíčeni semen Pirolacei (Üb. d. Keimpfl. d. P.), Ber. d. böhm. Akad., Jahrg. XIV, Nr. 35, 1905. — Shibata K., Experim. Stud. üb. d. Entw. d. Endosperms

sehr klein, in großer Zahl dicken Plazenten aufsitzend, mit ungegliedertem, wenigzelligem Embryo. Fachspaltige Kapseln.

Nur die kleinere Zahl der Gattungen (Unterfamilie der *Piroloideae* — Pollen in Tetraden) besitzt grüne assimilierende Blätter; die Mehrzahl (Unterfamilie der *Monotropoideae* — Pollen einfach) umfaßt chlorophyllfreie, saprophytisch lebende Formen mit rückgebildeten Blättern. Der perennierende Teil derselben besteht ausschließlich aus einem Geflechte dicker wurzelähnlicher Organe, in denen endogen die Blütensprosse angelegt werden. Diese wurzelähnlichen Organe sind mit einem Pilzmycelium symbiotisch verbunden. Auch bei *Pirola uniflora* findet sich ein fadenförmiges, verzweigtes, unterirdisches wurzelähnliches Organ, das Velenovský ein „Prokaulom" nennt. — Die meisten übrigen *Pirolaceae* besitzen Rhizome, aus denen, geradeso wie aus den eben erwähnten wurzelartigen Organen, die beblätterten Sprosse entspringen. Keimung der Samen nur in wenigen Fällen beobachtet; Vermehrung hauptsächlich durch wurzel- bzw. rhizombürtige Sprosse. — Pollenübertragung durch Insekten und Selbstbestäubung. Verbreitung der winzigen Samen durch den Wind.

A. ***Piroloideae.*** *Chimaphila umbellata*, Europa, Ostasien, Nordamerika. — *Pirola*, Wintergrün. Im nördlichen extratropischen Gebiete weit verbreitet: *P. secunda*, *P. rotundifolia*, *P. uniflora*. Mit Rücksicht auf die Herkunft der *Monotropoideae* ist von Interesse die Chlorophyllarmut einzelner Arten, z. B. von *P. chlorantha* u. *P. aphylla* (erstere Europa, Nordasien, Nordamerika, letztere Kalifornien).

B. ***Monotropoideae.*** *Monotropa*, Fichtenspargel. *M. Hypopitys* in Europa, Asien und Nordamerika in Laub- (f. *glabra*) und Nadelholzwäldern (f. *hirsuta*); *M. uniflora* in Ostasien und Nordamerika. — *Allotropa*, *Pterospora*, *Sarcodes* u. a., alle in Nordamerika.

3. Familie: ***Ericaceae***[24]) (= *Vacciniaceae* 1763). (Abb. 537 u. 538.) Holzpflanzen (meist Sträucher oder Zwergbäume) mit einfachen, meist ausdauernden Blättern und einzeln oder in Trauben oder Rispen stehenden Blüten. Diese aktinomorph oder schwach zygomorph, 4- bis 5zählig. Korolle sympetal, selten choripetal. Staubgefäße doppelt so viele als Blumenkronblätter, seltener gleichviel, von der Korolle frei oder am Grunde derselben inseriert; Antheren meist mit Poren sich öffnend und oft mit hornartigen Anhängseln; Pollen meist in Tetraden. Fruchtknoten ober- oder unter-

---

bei *Monotropa*, Biol. Zentralbl., 1902, S. 705; Die Doppelbefr. bei *M. unifl.*, Flora, 1902, S. 61. — Porsch O., Der Spaltöffnungsapp., S. 78, 1905. — Peklo J., Die epiphyt. Mykorrhizen I., Bull. int. de l'Acad. d. sc. de Bohême, 1908; Beitr. z. Lös. d. Mykorrhizaprobl., Ber. d. d. bot. Ges., XXVII., 1909. — Queva C., Le *Monotropa*, anat. et biol. Mém. Soc. hist. nat. Autun, XXII., 1909. — Andres H., Pirolaceen-Studien in Allg. bot. Zeitschr., XIX., 1913; Österr. bot. Zeitschr., LXIII., 1913; Verh. bot. Ver. Brandenb., LVI., 1914. — Domin K., Vergl. Stud. üb. d. Fichtenspargel usw. Sitzb. k. böhm. Ges. d. Wiss., 1915. — Fürth P., Zur Biol. u. Mikroch. einiger *Pirola*-Art. Sitzb. Akad. Wiss. Wien, 129. Bd., 1920.

[24]) Drude O. in E. P., IV. 1, S. 15, 1889; Nachtr. III, S. 266; Nachtr. IV, S. 232. — Baillon H., Hist. d. pl., XI., 1892. — Linsbauer K., Zur Anat. d. Veg.-Org. v. *Cassiope*. Sitzungsber. d. Wien. Akad., m.-nat. Kl., CIX. Bd., 1900. — Artopaeus A., Über d. Bau u. d. Öffnungsweise d. Antheren u. d. Entw. d. Samen d. Ericac. Flora, 92. Bd., 1903. — Barsali E., Sulla struttura d. frutto d. *Arbutus Unedo*. Pisa 1902. — Peltrisot C. N., Développem. et struct. de la graine chez l. Eric. Journ. d. Bot., XVIII., 1904. — Warming E., The Struct. and Biolog. of Arctic flow. Pl. I. Meddel. om Grönl., XXXVI., 1908. — Petersen H. E., The biolog. anat. of the leaves and stems of E. Ebendort, 1908. — Hörold R., Syst. Glied. u. geogr. Verbr. d. am. Thib. Bot. Jahrb. f. Syst. usw., XLII., 1909. — Samuelsson G., Stud. üb. d. Entwickl. d. Bl. einig. *Bicornes*. Svensk. bot. Tidskr., VII., 1913.

ständig, 4- bis 5fächerig, mit dicken, zentralwinkelständigen, manchmal längsgeteilten Plazenten. Kapseln, Beeren oder Steinfrüchte.

Laubblätter häufig mit xerophilen Einrichtungen, besonders bei *Ericoideae* häufig nadelförmig und mit zurückgerollten Rändern. Die Blätter von *Cassiope* besitzen am Rücken eine tiefe, mit Drüsen ausgekleidete, manchmal ganz röhrenförmig geschlossene Höhlung und tragen das Palissadengewebe an den Flanken. Symbiotischer Pilz bei *Calluna*, der schon in den Samen sich findet. Deutlicher Blütendimorphismus bei *Epigaea*. Pollenübertragung durch Insekten, bei einigen afrikanischen *Erica*-Arten durch Vögel und durch den Wind (*Kalmia*, *Erica*-Arten u. a.). Pollentetraden mit Fäden verbunden bei *Rhododendron* u. a.

Abb. 537. *Ericaceae*. — Fig. 1. Blüte von *Rhododendron ferrugineum*. — Fig. 2. Dieselbe, längs durchschn. — Fig. 3. Anthere davon. — Fig. 4. Kapsel von *Rhododendron Griffithianum*. — Fig. 5. Blütenzweig von *Andromeda Polifolia*. — Fig. 6. Blüte davon, längs durchschn. — Fig. 7. Frucht v. *Vaccinium Myrtillus*. — Fig. 8. Pollentetrade davon. — Fig. 9. Frucht v. *Arbutus Unedo*. — Fig. 10. Dieselbe durchschn. — Fig. 11. Blüte v. *Erica carnea*. — Fig. 12. Anthere von *Arbutus Unedo*. — Fig. 4, 9, 10 nat. Gr., 1, 2, 5, 7, 11 schwach, die übrigen stärker vergr. — Fig. 4 nach Drude in E. P., 1—3, 5—12 Original.

Einfache Pollenkörner bei *Erica stricta*. Samenverbreitung bei den Gattungen mit fleischigen Früchten durch Tiere, sonst infolge der Kleinheit der Samen durch den Wind. Keimung der Samen in den Früchten bei *Pernettya* und *Andromeda*. In den Antheren fehlt das Endothecium, selbst in jenen Fällen, in denen die Antheren sich mit Längsspalten öffnen (*Loiseleuria*, *Leiophyllum*); in allen diesen Fällen findet sich ein Exothecium[25]). Mykorrhiza häufig.

Die Familie der *Ericaceae* zeigt zu den meisten der *Bicornes* so nahe Beziehungen, daß auch Vereinigung aller zu einer Familie durchführbar wäre. Immerhin besitzen die hier nach Drude getrennt angeführten Familien innerhalb des Gesamtformen-

[25]) Vgl. außer den Arbeiten von Artopaeus u. Samuelsson: Náb̆elek F., Über die Syst. Bedeutung d. fein. Baues der Artherenwand. Sitzber. d. Wiener Akad., CXV. Bd., 1906.

kreises eine größere Selbständigkeit als die Unterfamilien der Ericaceen. Die Anordnung der Familien ist keine entwicklungsgeschichtliche.

Abb. 538. *Ericaceae.* — *Rhododendron hirsutum* im Sondestal bei Gschnitz in Tirol. — Nach einer Photographie von A. Mayer.

Die Familie besitzt große Verbreitung; viele Arten sind wesentliche Bestandteile von Formationen.

Unterfamilien:

A. **Rhododendroideae.** Fruchtknoten oberständig. Frucht eine septizide Kapsel. Korolle nach dem Verblühen abfallend. — *Rhododendron*[26]). Artenreiche Gattung, besonders in den Gebirgen von Ost- und Südasien, von Europa, Nordamerika. In Europa u. a. *Rh. hirsutum* (Abb. 538) und *Rh. ferrugineum*, Alpenrosen, im Kaukasus und in den benachbarten Gebirgen besonders *Rh. ponticum* und *Rh. flavum* (= *Azalea pontica*) (ersteres Charakterpflanze der alpinen Interglazialablagerungen), im Himalaja *Rh. grande*, *Rh. arboreum*, in Nordamerika *Rh. maximum*, *Rh. catawbiense*, in Ostasien *Rh. sinense* (= *Azalea mollis*), *Rh. indicum* (= *Azalea indica*). Viele Arten und Hybriden werden als Zierpflanzen häufig kultiviert, besonders die letztgenannte Art, die „Azalee" der Gärtner, ferner *Rh. Cunninghami* (*maximum* × *arboreum*), die frühblühenden *Rh. dahuricum* (Altai bis Kamtschatka), *Rh. praecox* (*dahuricum* × *ciliatum*) u. a. — *Loiseleuria procumbens*, im arktischen Gebiete weit verbreitet, dann in den Gebirgen Nordamerikas und Europas. — *Ledum palustre*, Sumpfporst, arktisch zirkumpolar, dann als Moorpflanze in Europa, Nordamerika, Nordasien. — *Kalmia* (Nordamerika).

B. **Arbutoideae.** Fruchtknoten oberständig. Frucht eine lokulizide Kapsel oder Beere. Korolle nach dem Verblühen abfallend. — *Arbutus* im Mediterrangebiete (hier *A. Andrachne* und *A. Unedo*, der Erdbeerbaum) und in Nordamerika. — *Arctostaphylos*. Vorherrschend im südwestlichen Nordamerika; in Nordamerika, Europa und Nordasien verbreitet: *A. Uva-ursi*, die Bärentraube, mit offizinellen Blättern, „Folia Uvae ursi". — *Gaultheria*, zahlreiche Arten, einerseits von Nordamerika bis Chile, anderseits von Ost- und Südasien bis Tasmanien; *G. procumbens* (Nordamerika) liefert das „Wintergrünöl" (Parfüm). — *Pernettya*, vorherrschend antarktisch-andin. — *Andromeda*, Kapseln (die anderen Gattungen mit Beeren). *A. Polifolia* in Europa, Asien, Nordamerika, auch arktisch.

C. **Ericoideae.** Fruchtknoten oberständig. Frucht eine Kapsel oder Nuß. Korolle bleibend. — *Erica*. Zahlreiche Arten, besonders in Südafrika und im Mediterrangebiete, viele davon beliebte Zierpflanzen[27]). In den Gebirgen Mittel- und Südeuropas *E. carnea*; besonders in Westeuropa *E. Tetralix* und *E. cinerea*; im Mediterrangebiete *E. arborea* (technische Verwendung des Wurzelholzes), *E. verticillata* u. a. — *Calluna vulgaris*, das Heidekraut, verbreitet in den Gebirgen und im Norden Europas, vereinzelt im atlantischen Nordamerika. — *Bruckenthalia spiculiflora* in den Karpathen, Balkanländern und Kleinasien.

D. **Vaccinioideae.** Fruchtknoten unterständig. Frucht eine Beere. — *Vaccinium*. Artenreich. Viele Arten mit genießbaren Früchten, so *V. Vitis idaea*, die Preißelbeere (Europa, Nord- und Ostasien, Nordamerika), *V. Myrtillus*, die Heidelbeere (Europa, Nord- und Ostasien, Nordamerika — auch Weinbereitung), *V. Oxycoccos*, die Moosbeere (Mittel- und Nordeuropa, Ostasien, Nordostamerika), *V. macrocarpum* (Nordamerika, Westeuropa) u. a. — *Thibaudia* (tropisches Amerika), *Gaylussacia* (Amerika).

4. Familie: **Empetraceae**[28]). (Abb. 535, Fig. 3 u. Abb. 539.) Kleine Sträucher mit Ericaceen-ähnlichem Habitus, eingeschlechtigen Blüten mit

---

[26]) Von neueren Arbeiten vgl.: Wilson E. H. and Rehder A., A Monogr. of Azaleas. Publ. of Arnold Arbor., Nr. 9, 1921. — Hutchinson J., Rhododendr. of *Irroratum* Ser., Transact. and Proc. Soc. Edinb., XXVII., 1917; The *Maddeni* Ser. of *Rh.*, Nat. Bot. Gard. Edinb., Vol. XII., 1919.

[27]) Vgl. Regel E., Kultiv. *Erica*-Arten d. deutsch. u. engl. Gärten. 1843. — Bolus H., Gothrie F. and Brown N. E., *Ericaceae* in Thiselton-Dyer W. T., Flor. Capens., IV. 1, 1905.

[28]) Pax F. in E. P., III. 5, S. 123, 1890. — Samuelsson G., Stud. üb. d. Entw. d. Bl. einig. *Bicornes*-Typen. Sv. Bot. Tidskr., Bd. 7, 1913.

2 oder 3 Staubgefäßen, dimerem oder trimerem Perianthium. Steinfrucht. Im Bau der Samenanlage und in der Bildung des Endosperms ganz mit den Ericaceen übereinstimmend.

Empetrum nigrum, die Rauschbeere oder Krähenbeere, weit verbreitet im arktischen Gebiete, in den Gebirgen Europas, Asiens und Nordamerikas. Blüten anemogam. Eine Art in den Anden von Chile, eine im antarktischen Südamerika. Früchte genießbar.

5. Familie: **Epacridaceae**[29]). Von den Ericaceen, denen sie sehr nahe stehen, hauptsächlich verschieden durch fünf episepale Staubgefäße, die fast immer im Innern der Blumenkronröhre entspringen, und durch 2fächerige, mit einem gemeinsamen Längsspalt sich öffnende Antheren.

Abb. 539. *Empetraceae. Empetrum nigrum.* — Fig. 1 Zweig mit ♂ Bl.; Fig. 2 ♂ Bl.; Fig. 3 Gynöceum; Fig. 4 Zweig mit Frucht. — Alle Fig. vergr. — Fig. 3 nach Pax in E. P., die anderen Original.

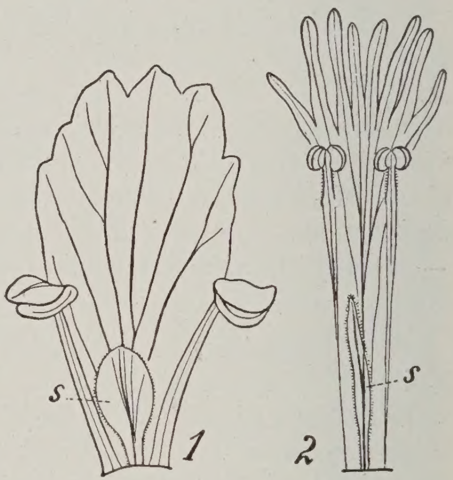


Abb. 540. *Diapensiaceae.* — Fig. 1. Korollblatt mit 2 Staubgefäßen und 1 Staminodium (*s*) von *Shortia uniflora.* — Fig. 2. Dasselbe von *Schizocodon soldanelloides.* — Vergr. — Original.

Hauptverbreitung in Australien (inklusive Neuseeland und Tasmanien) und dort artenreich; in geringer Artenzahl bis nach Indien, über die Südseeinseln und bis Südamerika verbreitet. Entomogam oder ornithogam. Viele Arten in Kalthäusern kultiviert, besonders die Gattungen: *Epacris*, *Styphelia.* Mehrere Arten mit genießbaren Beeren.

6. Familie: **Diapensiaceae**[30]). (Abb. 540.) Mit den Epacridaceen in der Zahl und Stellung der Staubgefäße übereinstimmend, aber mit 4fächerigen

---

[29]) Drude O. in E. P., IV. 1, S. 66, 1889; Nachtr. III, S. 287. — Lüders C., Unters. üb. d. Stamm-anat. d. Epacr. Dissert. Heidelberg 1900. — Purdie A., The Epacrid. or „Austral. Heath". Journ. and Proc. Mueller Bot. Soc. West-Austral., I., 1902. — Baccarini P., Appunti sulla anat. d. Epacr. Nuov. Giorn. Bot. Ital., IX., 1902.

[30]) Drude O. in E. P., IV. 1. (1889). — Petersen H. E., a. a. O. (vgl. S. 766). — Samuelsson G., a. a. O. (vgl. S. 766). — Diels L., Diapensiaceen-Studien. Bot. Jahrb., Festband, 1914.

und zweispaltig aufspringenden Antheren und 3fächerigen Fruchtknoten. Epipetale Staminodien vorhanden (Abb. 540).

Immergrüne Halbsträucher oder Stauden. Verbreitet im arktischen Gebiete und in den Gebirgen der benachbarten Kontinente. Den übrigen *Bicornes* fernerstehend und von unsicherer systematischer Stellung. Keine Endospermhaustorien, Endothecium in den Antheren vorhanden. Diels weist auf die Möglichkeit der Ableitung von *Rosales* (Saxifragaceen-Verwandtschaft) hin, Hallier[30a]) reiht sie den Linaceen (im erw. Sinne) an. — *Diapensia lapponica*, zirkumpolar-arktisch, in Europa in Skandinavien; *Schizocodon* (Japan), *Galax* (Nordamerika), *Shortia* (Nordamerika und Japan).

4. Reihe. ***Diospyrales.***

Blüten meist vier- oder fünfzählig, aktinomorph. Staubgefäße in zwei oder mehreren Kreisen, wenn nur in einem Kreise, dann in einer die Zahl der Blumenkronblätter übertreffenden Zahl. Gynöceum oberständig oder $\pm$ unterständig mit gefächertem Fruchtknoten und zentralwinkelständigen Plazenten. 1 oder 2 Integumente.

Die Zusammengehörigkeit der in dieser Reihe zusammengefaßten Familien ist recht wahrscheinlich, wenn auch die Familie der Sapotaceen den anderen etwas ferner steht. Auch sero-diagnostisch hat sich die Verwandtschaft der Familien untereinander bestätigt[31]). Innerhalb der Sympetalen steht die ganze Reihe isoliert da, sie zeigt keinerlei verwandtschaftliche Beziehungen zu den vorhergehenden 3 Reihen, aber auch keine klaren Beziehungen zu den folgenden. Eventuelle Beziehungen zu Gruppen der Dialypetalen wurden wiederholt erörtert, ohne zu einem bestimmten Resultat zu führen, am ehesten scheinen sie mit Reihen, die sich vom Typus der *Tricoccae* ableiten *(Gruinales — Celastrales)*, im Zusammenhange zu stehen.

1. Familie: **Ebenaceae**[32]). (Abb. 541.) Holzpflanzen mit zumeist ganzrandigen, lederigen Blättern. Blüten meist eingeschlechtig, 3- bis 7zählig. Staubgefäße in einem oder in zwei Wirteln, häufig vermehrt und dann in Bündeln stehend. Antheren intrors. Fruchtknoten oberständig, 2- bis 16fächerig, mit 1—2 hängenden, anatropen, apotropen Samenanlagen in jedem Fache. 2 Integumente; Nucellus schwach entwickelt. Griffel frei. Früchte beerenartig, seltener aufspringend.

[30a]) Hallier H., L'orig. et le syst. phylet., Arch. Néerl., sér. III, B., tom. I., 1912; Beitr. z. Kenntn. d. Linac., Beih. bot. Centralbl., XXXIX., 2. Abt., 1923.

[31]) Alexnat W., Sero-diagn. Unters. üb. Verw. innerh. d. Symp. Botan. Archiv, I., 1922.

[32]) Gürke M. in E. P., IV. 1, S. 153, 1890; Nachtr. III, S. 289; Nachtr. IV, S. 241. — Parmentier P., Histol. comp. d. Ebénac. Annal. d. l'Univ. Lyon, VI., 1892. — Wright H., The gen. *Diospyros* in Ceylon. Ann. R. Bot. Gard. Peradeniya, II., 1904. — Tichomirow W., Interzellular-Einschl. im Fruchtparench. Bull. Soc. Nat. Moskau, XIX., 1906. — Elsler E., Das extraflor. Nekt. u. d. Papillen d. Blattunters. v. *Diops. discolor*. Sitzb. d. Wiener Akad., Bd. CXVI., Abt. 1, 1907. — Wettstein R. v., Über Parthenokarpie b. *Diosp. Kaki*. Öst. bot. Zeitschr., 1908. — Woodburn, Devel. of the embryos. and endosp. Bull. Torr. Bot. Club, 38., 1911. — Hayne, A morphol. study of *Divsp. virg.* Bot. Gaz., 52., 1911.

In den Stämmen durch hohes spezifisches Gewicht und Färbung ausgezeichnetes Kernholz. Sekretschläuche fehlen. Kauliflore Infloreszenzen bei einzelnen *Diospyros-* und *Maba*-Arten. Insektenbestäubung.

Ausschließlich Bewohner der Tropen und Subtropen. Viele Arten liefern Nutzhölzer, so besonders *Diospyros Ebenum, D. melanoxylon, D. Ebenaster* u. a. das schwarze „Bombay-"

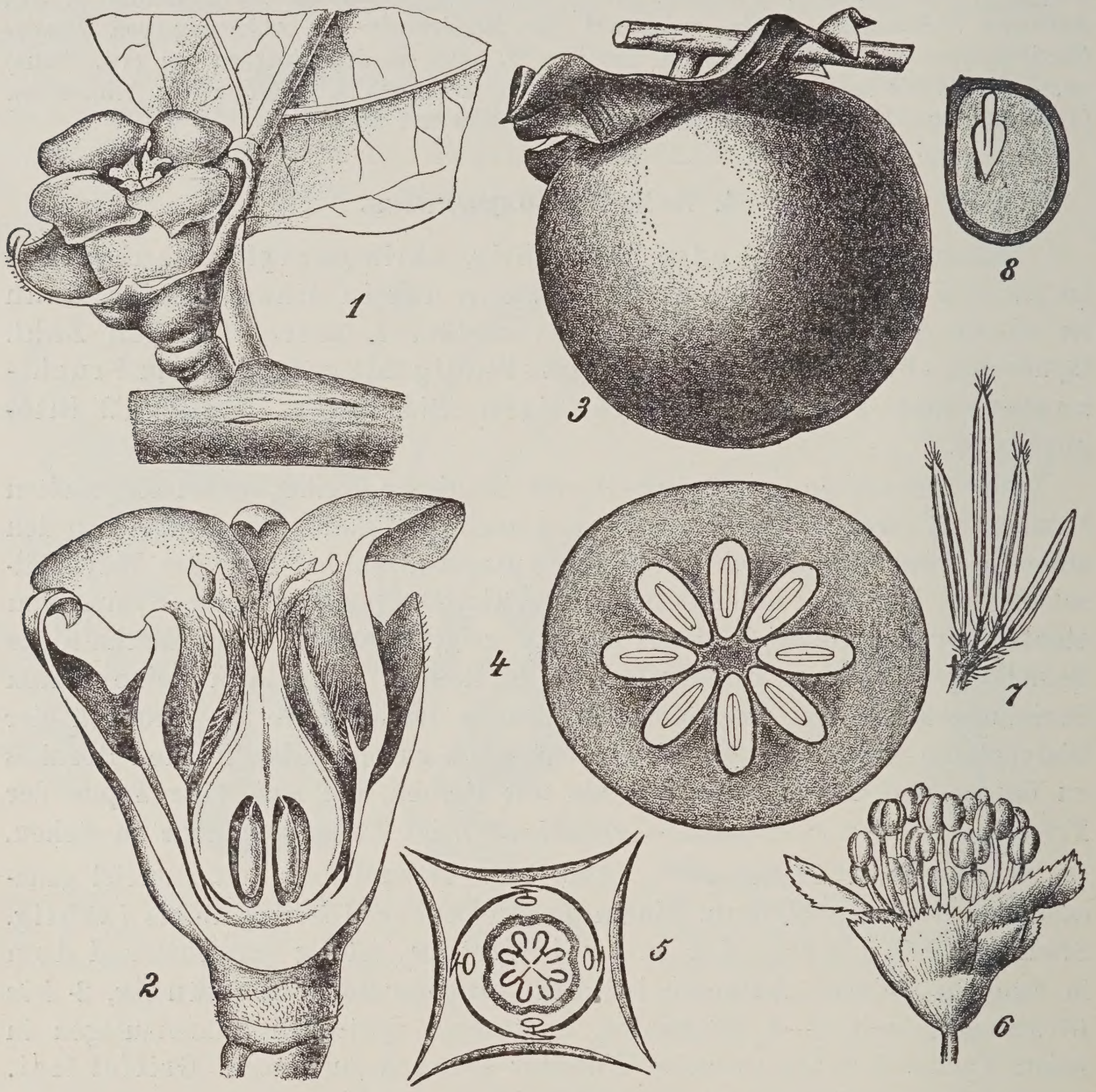


Abb. 541. *Ebenaceae* (Fig. 1—5, 7, 8) u. *Symplocaceae* (Fig. 6). — Fig. 1. ♀ Blüte von *Diospyros Lotus*; Fig. 2 dieselbe längs durchschn. — Fig. 3. Frucht v. *D. Kaki*; Fig. 4 dieselbe quer durchschn. — Fig. 5. Diagramm v. *Diospyros Embryopteris* (weibl. Bl.). — Fig. 6. Blüte v. *Symplocos celastrinea.* — Fig. 7. Staubblätter v. *Diospyros gaultheriaefolia.* — Fig. 8. Samen von *Diospyros virginiana*, längs durchschn. — Alle Fig. vergr. — Fig. 5 u. 8 nach Baillon, 6 u. 7 nach Flora Bras., 1—4 Original.

und „Ceylon-Ebenholz", *D. haplostylis* und *D. microrhombus* das „Madagaskar-Ebenholz", *D. hirsuta* das „Koromandel-Ebenholz" oder „Tintenholz", *D. virginiana*, das „Persimmonholz", *Royena lucida* das „Zwartbast-Holz" des Kaplandes u. a. m. Genießbare Früchte liefert besonders *Diospyros Kaki* (Japan, China), deren Früchte als „Kaki", „Kaki-Äpfel", „japanische Dattelpflaumen", „Raguemine" in den Handel kommen und die in subtropischen Ländern (z. B. auch im europäischen Mediterrangebiet) immer häufiger in zahlreichen Rassen kultiviert wird. Häufig Parthenokarpie. Die Früchte anderer *Diospyros-*, *Maba-*,

Euclea-Arten werden nur lokal als Obst verwendet. *Diospyros Lotus* (Mittelasien, Ostasien) wird in den wärmeren Teilen Europas häufig als Zierbaum kultiviert (auch verwildert).

Nach Gilg[33]) schließt sich hier die kleine (2.) Familie der **Hoplestigmataceae** an mit der Gattung *Hoplestigma* (Gabun u. Kamerun). Hallier verweist dieselbe zu den *Boraginaceae*, ebenso bezweifelt er, daß die hieher gestellten kleinen Familien der *Diclidantheraceae* (*Diclidanthera* — Brasilien) und *Lissocarpaceae* (*Lissocarpa* — Brasilien) hieher gehören.

3. Familie: **Styracaceae**[34]). (Abb. 542.) Holzpflanzen mit meist ganzrandigen, häutigen oder lederigen Blättern. Blüten zwitterig, 4- bis 7- (meist 5-)zählig. Staubgefäße in einem Wirtel, doppelt so viele wie Blumenkronblätter, paarweise vor diesen stehend. Antheren intrors, lineal. Fruchtknoten oberständig oder ± unterständig, 4- bis 5fächerig (oft unvollständig gefächert. Griffel vereint. 1 Integument, Samenanlagen einzeln oder mehrere in jedem Fache, aufrecht oder hängend, anatrop und apotrop. Frucht beerenartig oder aufspringend.

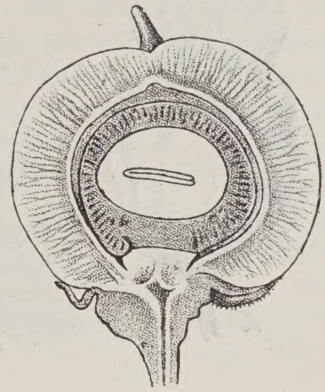


Abb. 542. *Styracaceae*. Längsschn. durch eine halbreife Frucht von *Styrax officinalis*. — Nat. Gr. — Original.

Sternhaare oder Schuppenhaare häufig. Dimorphe Blüten (große zwitterige und kleine männliche) bei *Halesia carolina*. Insektenbestäubung.

Ausschließlich Bewohner der Tropen und Subtropen, besonders in Amerika. — *Styrax Benzoin* liefert das Benzoëharz, welches nach Verletzungen des Stammes in der sekundären Rinde entsteht. Handelssorten: Siam-Benzoeharz, Sumatra-Benzoeharz, Penang-Benzoeharz, Palembang-Benzoeharz. — *Styrax officinalis* (Südeuropa, Orient) liefert ein Harz, das früher als „Storax officinalis" verwendet wurde; der „Styrax liquidus" und „St. calamitus" des Handels stammt von *Liquidambar* (*Hamamelidaceae*, vgl. S. 601). — *Halesia carolina* (atlantisches Nordamerika) wird hie und da als Zierpflanze kultiviert.

4. Familie: **Symplocaceae**[35]). (Abb. 541, Fig. 6.) Von den Styracaceen insbesondere verschieden durch die zumeist in Bündeln vor den Petalen stehenden Staubgefäße mit rundlichen Antheren, durch den stets unterständigen, vollständig gefächerten Fruchtknoten.

Samenanlagen epitrop, mit 1 Integument und schwach entwickeltem Nucellus.

Bewohner der Tropen und Subtropen, besonders Amerikas und Südostasiens. — Einzige Gattung: *Symplocos*. Die Blätter mehrerer Arten werden zur Teebereitung verwendet, so von *S. neglecta*, *S. rhamnifolia* (Brasilien) u. a. Die Blätter von *S. spicata* (Südost-

---

[33]) Gilg E. in E. P., Nachtr. III, S. 349; Die syst. Stellung d. Gattg. *H.* etc., Bot. Jahrb., XL., 1908. — Hallier H. in Meded. Rijks Herb. 1911.

[34]) Gürke M. in E. P., IV. 1, S. 172, 1890; Nachtr. III, S. 290; Nachtr. IV, S. 241. — Perkins J., Beitr. z. Kenntn. d. Styr., Botan. Jahrb., XXXI., 1902; *Styracaceae* in Engler A., Das Pflanzenreich, 30. Heft, 1907; Eine neue Gattg. d. *St.* aus d. trop. Afr., Bot. Jahrb., XLIII., 1909.

[35]) Gürke M. in E. P., IV. 1, S. 165, 1890; Nachtr. III, S. 289; Nachtr. IV, S. 241. — Brand A. in Engler A., Das Pflanzenreich, 6. Heft, 1901. — Wehnert A., Anat.-syst. Unters. d. Blätter d. Gattg. *Sympl.* Diss. München, 1906.

asien), die Wurzeln von *S. tinctoria* (südöstl. Nordamerika) liefern gelben Farbstoff, die Wurzeln von *S. baptica* (Neu-Kaled.) einen roten Farbstoff.

5. Familie: **Sapotaceae**[36]). (Abb. 543.) Holzpflanzen mit ganzrandigen Blättern, mit kleinen, einzeln oder gebüschelt in den Blattachseln stehenden Blüten. Blüten meist zwitterig, 4- bis 8-(meist 5-)zählig. Staubgefäße in 2 bis mehreren Wirteln, die der äußeren sehr häufig staminodial. Antheren häufig extrors. Fruchtknoten oberständig, 4- bis vielfächerig, in jedem

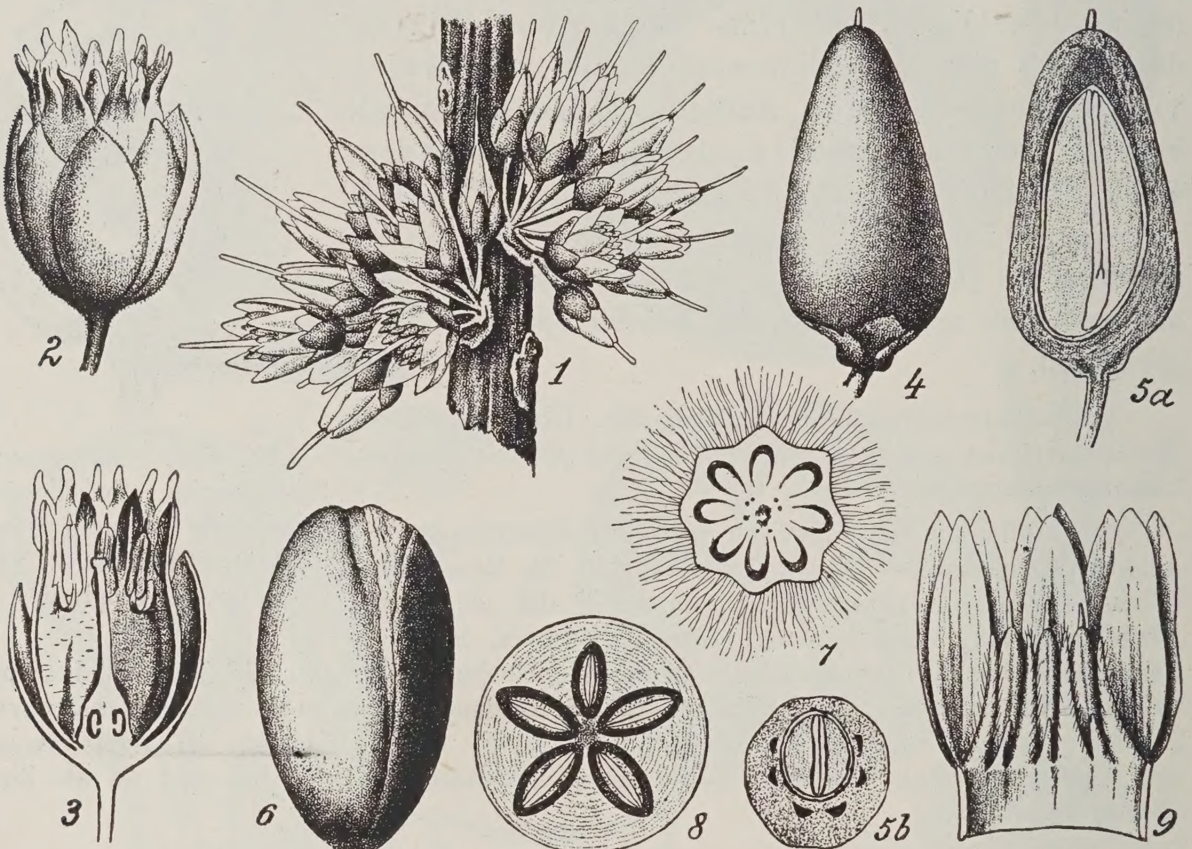


Abb. 543. *Sapotaceae.* — Fig. 1. Blühender Sproß von *Palaquium Treubii.* — Fig. 2. Blüte von *Achras Sapota*; Fig. 3 dieselbe längs durchschn. — Fig. 4. Frucht von *Payena Leerii*; Fig. 5*a* dieselbe längs-, Fig. 5*b* quer durchschn. — Fig. 6. Samen von *Argania Sideroxylon.* — Fig. 7. Querschn. d. d. Fruchtkn. v. *Butyrospermum Parkii.* — Fig. 8. Querschn. d. d. Frucht von *Chrysophyllum Kainii.* — Fig. 9. Teil des Andröceums u. d. Krone von *Mimusops penduliflora.* — Fig. 1, 4—6 nat. Gr.; 2, 3, 7—9 vergr. — Fig. 1 nach Vogtherr, 2 u. 3 nach Baillon, 7 nach Kotschy, 8 u. 9 nach Engler, 4—6 Original.

Fache mit einer apotropen Samenanlage. Griffel einfach. 1 Integument; Nucellus schwach entwickelt. Beeren.

---

[36]) Engler A. in E. P., IV. 1, S. 126, 1890 u. Nachtr., S. 271, 1897; Nachtr. III, S. 287; Nachtr. IV, S. 239. — Engler A., Monogr. afrik. Pflanzenfam. u. Gattungen, VIII., 1904. — Pierre J. et Urban J. in Urban, Symb. Antill., V., 1904. — Charlier A., Contrib. à l'étude anat. des pl. à Gutta-Percha et d'autr. Sapot. Journ. de Bot., 1905 u. 1906. — Harvey W. H., *Sap.* in Thiselton-Dyer W. T., Fl. Cap., IV. 1., 1906. — Dubard M., Les Sapot. d. gr. d. Illipéés. Rev. gen. d. Bot., XX., 1908; Rech. s. l. g. *Palaquium.* Bull. soc. bot. Fr., LVI., 1909. — Smith W., The anat. of some Sap.-seedl. Trans. Linn. Soc. Lond., VII., 2., 1909.

Von anatomischen Eigentümlichkeiten ist insbesondere das häufige Vorkommen einzelliger zweischenkeliger Haare, ferner das Vorkommen von Milchsaftschläuchen in Rinde und Mark, sowie auch in anderen Geweben hervorzuheben. Durch beide Merkmale weichen die *Sapotaceae* von den vorhergenannten Familien ab. — Insektenbestäubung wahrscheinlich allgemein, aber wenig untersucht (Ornithogamie bei *Butyrospermum*?). Eingeschlechtige Blüten bei mehreren Gattungen. Stammbürtige Infloreszenzen besonders bei *Omphalocarpum* (Afrika). Zu einem einheitlichen Körper verwachsene Kotyledonen bei *Amorphospermum* (Australien). Verbreitung der Samen durch Meeresströmungen bei einigen Arten wahrscheinlich.

Verbreitet in den Tropen, seltener in den Subtropen. — Aus dem Milchsafte von Sapotaceen wird Guttapercha („Getahpertcha") gewonnen[37]), und zwar besonders von *Palaquium oblongifolium* (Sumatra), *P. borneense*, *P. Treubii*, *Payena Leerii* (indo-malayisch), *Mimusops Balata* (Guiana) u. a. „Grüne Guttapercha" wird durch Extraktion aus den Blättern gewonnen. — Viele Arten liefern genießbare Früchte und werden deshalb in den Tropen kultiviert, so z. B. *Achras Sapota*, der „Sapotillbaum" (Antillen), *Vitellaria* (= *Lucuma*) *mammosa* (tropisch. Amerika), *Chrysophyllum Cainito*, der „Sternapfelbaum" (tropisch. Amerika). Fettes Öl wird gepreßt aus den Samen von *Illipe*-Arten (*I. butyracea*, „Fulwabutter", „Choreabutter" u. a.), von *Butyrospermum Parkii* (tropisch. Afrika. — „Sheabutter", „Galambutter"), *Mimusops Elengi* (Indien) u. a. Das Holz vieler *Sapotaceae* wird als Werkholz geschätzt, so „Eisenholz" von *Sideroxylon*-Arten (besonders *S. inerme*, Ostafrika) und *Argania Sideroxylon* (Marokko), „Pferdefleischholz" von *Mimusops Balata* (Guiana, Antillen) u. a.

5. Reihe. *Tubiflorae.*

Blüten, wie bei allen folgenden Reihen der *Sympetalae*, typisch tetrazyklisch, d. h. mit einem Staubgefäßwirtel, welcher mit dem Blumenkronenwirtel alterniert. Korolle bei verhältnismäßig wenigen Familien aktinomorph, zumeist ± zygomorph, meistens pentamer. Staubgefäße so viele wie Blumenkronblätter oder durch Reduktion weniger (4 oder 2). Fruchtknoten ober- oder unterständig, nur bei wenigen Familien 5—3blättrig und ebensoviel-fächerig, meistens 2blättrig, dabei 2- oder 1fächerig. Samenanlagen in jedem Fache 1 bis viele. Plazentation meist deutlich marginal. 1 Integument.

Die Reihe der *Tubiflorae* enthält die Mehrzahl der Sympetalen. Sie beginnt mit Formen mit aktinomorphen und isomeren Blüten, während in den abgeleiteteren Familien immer stärker Zygomorphie und Oligomerie des Andröceums und Gynöceums hervortritt. Bei den ersterwähnten Formen herrschen wenige Samenanlagen mit nach unten gekehrter Mikropyle und nukleärer Endospermbildung vor *(Convolvulaceae, Polemoniaceae)*; ein kleiner Seitenzweig führt zu Formen mit nach oben gekehrter Mikropyle und nukleärer Endospermbildung neben zellulärer *(Hydrophyllaceae, Boraginaceae)*, während bei der Hauptmenge der Familien die Zahl der Samenanlagen wächst (Ausnahmen: *Verbenaceae, Labiatae*) und zelluläre Endospermbildung von ganz charakteristischer Art (vgl. Abb. 545) sich findet[38]). Bei den letzterwähnten Familien

---

[37]) Vgl. Obach E., Die Guttapercha. Mit Vorwort v. K. Schumann. Dresden 1899.

[38]) Schnarf K., Zur Entw. v. *Plantago*. Sitzber. Ak. Wiss. Wien, 126. Bd., 1917 und die dort zitierte Literatur.

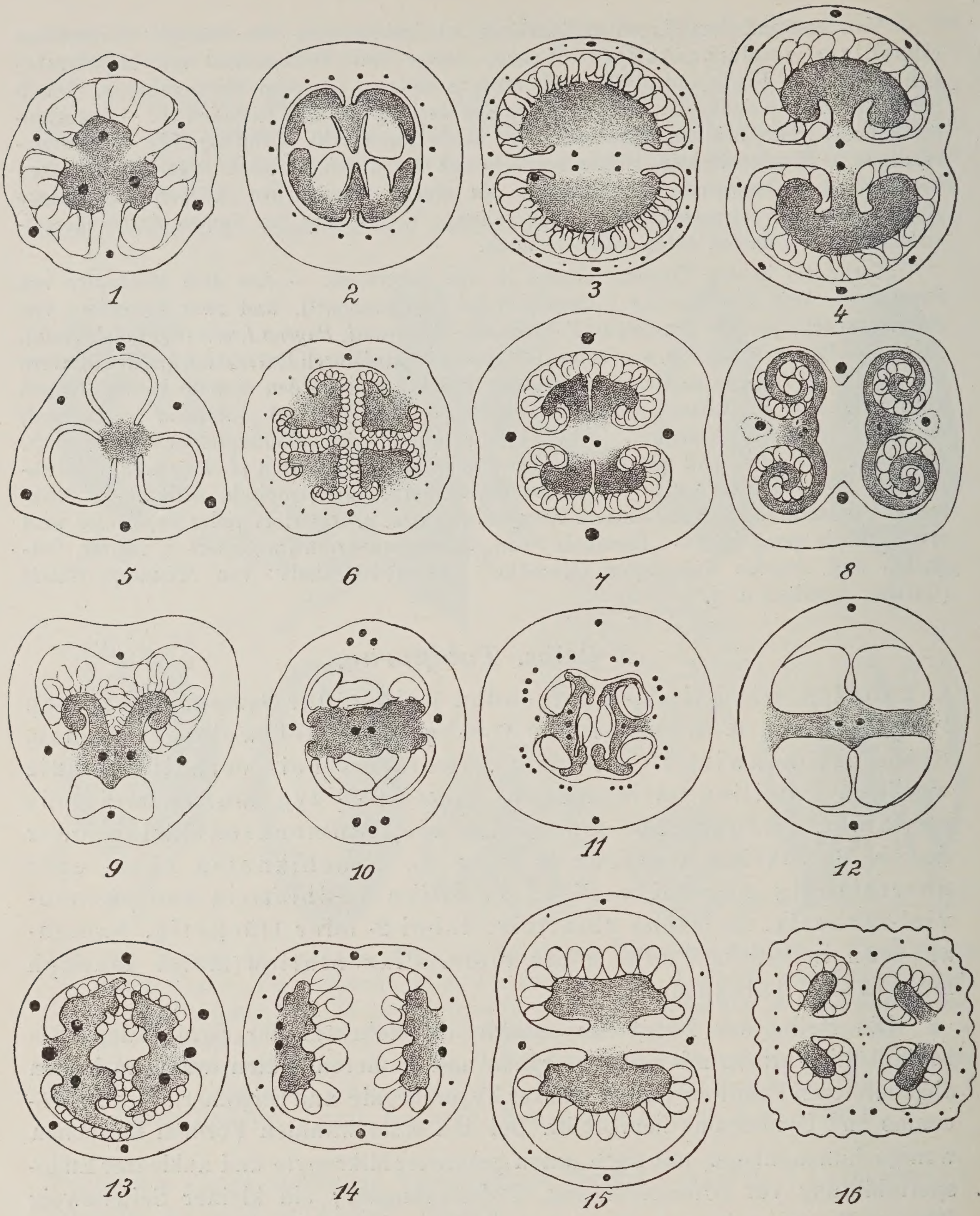


Abb. 544. Querschnitte von Fruchtknoten von Tubifloren (etwas schematisiert). Die Plazenten sind grau gehalten. — Fig. 1. *Polemonium pauciflorum* (*Polemoniaceae*). — Fig. 2. *Hydrophyllum virginianum* (*Hydrophyllaceae*). — Fig. 3. *Nicotiana campanulata* (*Solanaceae*). — Fig. 4. *Mimulus cardinalis* (*Scrophulariaceae*). — Fig. 5. *Phlox paniculata* (*Polemoniaceae*). — Fig. 6. *Orobanche gracilis* (*Orobanchaceae*). — Fig. 7. *Saintpaulia ionantha* (*Gesneriaceae*). — Fig. 8. *Trichosporum marmoratum* (*Gesneriaceae*). — Fig. 9. *Didymocarpus sinensis* (*Gesneriaceae*). — Fig. 10. *Tecomaria capensis* (*Bignoniaceae*). — Fig. 11. *Proboscidea fragrans* (*Martyniaceae*). — Fig. 12. *Strobilanthes Dyerianus* (*Acanthaceae*). — Fig. 13. *Corytholoma* sp. (*Gesneriaceae*). — Fig. 14. *Lathraea Squamaria* (*Scrophulariaceae*). — Fig. 15. *Hydrolea* sp. (*Hydrophyllaceae*). — Fig. 16. *Datura Stramonium* (*Solanaceae*). — Original

sind Endospermhaustorien am chalazalen und am mikropylaren Ende sehr bezeichnend (vgl. Abb. 347, Fig. 1, und 553)[39].

Die als Tubifloren zusammengefaßten Familien zeigen so viel Gemeinsames, daß ihre Zusammenfassung gerechtfertigt erscheint; auch serodiagnostische Untersuchungen sprechen für diese Zusammengehörigkeit[40]). Ob die Reihe wirklich eine genetisch einheitliche ist, wird sich erst entscheiden lassen, wenn die Beziehungen zu den Dialypetalen geklärt sind.

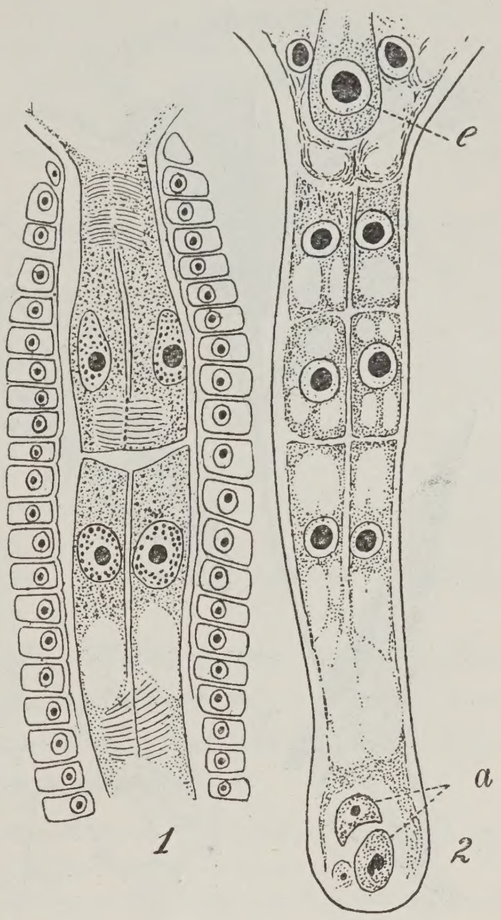


Abb. 545. Zelluläre Endospermbildung im Embryosack von *Scutellaria* (*Labiatae*). Zuerst tritt eine Querwand auf, der eine Längswand folgt. Fig. 1. Endospermanlage nach dem zweiten Teilungsschnitt. — Fig. 2. Achtzelliges Endosperm. — *e* Eizelle, *a* Antipoden. — Vergr. — Nach Schnarf.

Die Beantwortung der Frage nach der Ableitung der *Tubiflorae* ist nämlich nicht leicht. Hallier[41]) neigt zur Ableitung der *Tubiflorae* mit Hinweglassung einiger Familien vom Typus der *Linaceae*, allerdings bei erweiterter Fassung derselben. Mit dieser Auffassung, welche im Wesen darauf hinausläuft, daß die Vorläufer der *Tubiflorae* in der Reihengruppe *Gruinales — Celastrales* zu suchen sind, wäre es in Einklang zu bringen, daß die hier nach den Tubifloren besprochenen Reihen der *Contortae*, *Ligustrales* und *Rubiales* ± deutliche Beziehungen zu den Anfangsfamilien der Tubifloren und anderseits beachtenswerte Ähnlichkeiten mit Typen aus aus der Reihengruppe *Gruinales — Celastrales* aufweisen.

Alexnat nimmt auf Grund sero-diagnostischer Versuche eine Ableitung vom Typus der *Cucurbitaceae* vor. Seine Ergebnisse sind in Anbetracht der enormen Reaktionsreichweite seines Cucurbitaceen-Serums (von den *Rhoeadales* bis zu den Endgliedern der Sympetalen) und in Anbetracht der großen morphologischen Schwierigkeiten wenig überzeugend. Beachtenswert erscheinen aber die Ähnlichkeiten mancher *Tubiflorae* mit Familien der *Rosales* (*Crassulaceae, Saxifragaceae* — Oligomerie des Gynöceums, gelegentliche Sympetalie, 1 Integument, analoge Endospermbildung, Haustorialbildungen im Endosperm)[42]).

---

[39]) Vgl. Samuelsson G. in Sv. Bot. Tidskr., 7. Bd., S. 128 ff., 1913.

[40]) Alexnat W., Sero-diagn. Unters. üb. d. Verw. innerh. d. Sympet. Bot. Arch., I., 1922.

[41]) Hallier H., L'origine et le syst. phylét. d. Ang. Arch. Néerl. d. sc. exact., Ser. B, I., 1912.

[42]) Vgl. Just H. O., Stud. üb. d. Entw. v. *Saxifr. gran.* N. Act. R. Soc. Ups., 1907. — Jacobsson-Stiasny E., Vers. ein. phylog. Verw. d. Endosp. u. Hautorialb., Sitzber.

1. Familie: **Convolvulaceae**[43]. (Abb. 546.) Holzpflanzen oder krautig, häufig mit windenden Stengeln. Blätter einfach, gelappt oder geteilt.

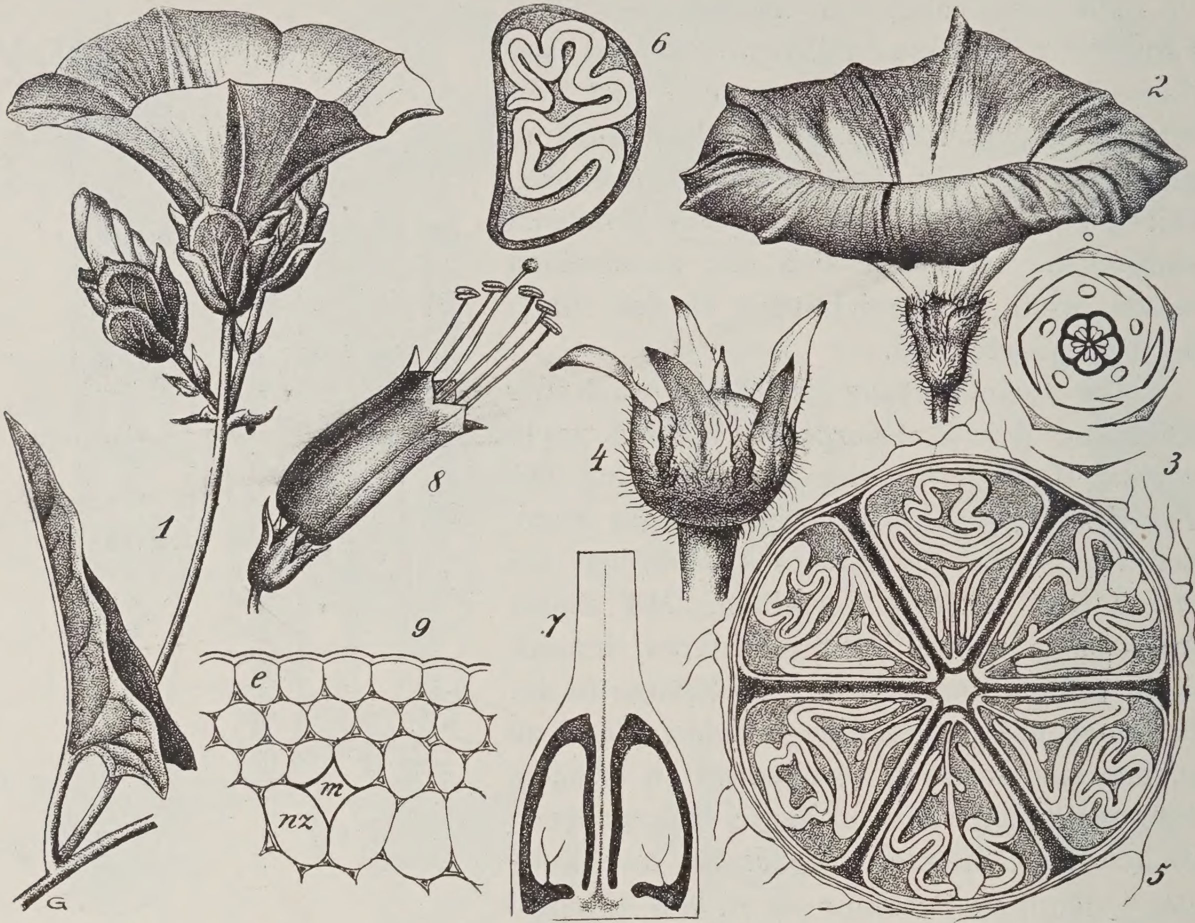


Abb. 546. *Convolvulaceae.* — Fig. 1. Infloreszenz von *Convolvulus Scammonia.* — Fig. 2. Blüte von *C. tricolor.* — Fig. 3. Diagramm von *Ipomoea purpurea.* — Fig. 4. Frucht von *Ipomoea purpurea,* Fig. 5 dieselbe im Querschnitte. — Fig. 6. Samen derselben längs durchschn. — Fig. 7. Fruchtkn. von *Convolvulus tricolor* im Längsschn. — Fig. 8. Blüte von *Quamoclit lobata.* — Fig. 9. Stück eines Querschnittes durch das Hypokotyl von *Convolvulus tricolor, e* Epidermis, *m* Milchsaftzelle, *nz* Nebenzelle. — Fig. 1 u. 2 nat. Gr., 4 u. 8 etw., das übrige stärker vergr. — Fig. 3 nach Eichler, 6—8 nach Peter, 9 nach Czapek, 1, 2, 4, 5 Original.

Blüten einzeln oder in zymösen Infloreszenzen, aktinomorph, pentamer mit Ausnahme des Gynöceums, das auch 3- bis 2blättrig sein kann. Samen-

Ak. Wiss. Wien, 123. Bd., 1914; Die Embryol. d. Gttg. *Semperviv.* usw., Denkschr. Ak. Wiss. Wien, 89. Bd., 1913. — Vgl. auch Lee, Observ. on the seedl. anatom. of Symp. I. *Tubifl.*, Ann. of Bot., XXVI., 1912.

[43]) Peter A. in E. P., IV. 3 a, S. 1, 1891; Nachtr. III, S. 304; Nachtr. IV, S. 260. — Hallier H., Bausteine zu einer Monogr. d. Convolv., Bull. herb.Boiss., V—VII., 1897—1899; Nat. Glied. d. Conv., Botan. Jahrb., XVI., 1893. — Czapek F., Das Milchsaftsyst. d. Conv. Sitzb. d. Wiener Akad., m.-n. Kl., CIII., 1894. — Svedelius N., Üb. d. postfl. Wachst. d. Kelchbl. einig. Conv. Flora, XCVI., 1906. — House H. D., Stud. in the North.-Am. Convolv. Bull. Torr. Bot. Cl., XXXIII., 1906 u. XXXIV., 1907. — Peters C., Vergleich. Unters. üb. d. Ausb. d. sex. Reprod.-Org. bei *Conv.* u. *Cusc.* Dissert. Zürich, 1908. — Coupin L. et Capitaine L., Les genres d. l. fam. d. Conv. Le Naturaliste, XXXI., 1909. — Kamerling Z., Sind die Knollen v. *Batatas* Wurz. od. Steng.? Ber. d. d. bot. Ges., XXXII., 1914. — Macpherson G. E., Comp. of Devel. in Dodder. Bot. Gaz., LXXI., 1921.

anlagen mit der Mikropyle nach unten. Frucht kapselartig oder in 1samige Schließfrüchte zerfallend. Samen mit gefalteten Kotyledonen.

Rhizomknollen, respektive Hypokotylknollen mehrfach. Reduktion der Laubblätter bei Xerophyten. Bestäubung durch Insekten und Vögel, doch auch Selbstbestäubung und Kleistogamie (bei *Dichondra*, *Ipomoea Pes-tigridis*). Kauliflore Blüten bei *Erycibe*-Arten. Gynodiözie bei *Convolvulus*. Flügelbildung durch heranwachsende Kelch- oder Vorblätter bei mehreren Gattungen, Einbohren der Früchte in den Boden bei *Nephrophyllum* (Abessinien).

A. Narben kopfförmig: *Ipomoea*. Artenreich in tropischen und subtropischen Gebieten. *I. Batatas*, die Batate (Zentralamerika), zählt zu den wichtigsten tropischen Kulturpflanzen, die der stärkereichen unterirdischen Stammknollen halber gebaut wird. *I. Pes-caprae* verbreitete Strandpflanze an den Küsten des Indischen Ozeans, *I. brasiliensis* an jenen des Atlantischen Ozeans. *I. purpurea* (Südamerika), windend, sehr verbreitete Zierpflanze, auch in extratropischen Gebieten. — *Exogonium Purga* (Mexiko, aber in den Tropen auch sonst kultiviert) liefert die medizinisch verwendeten Jalapenwurzeln „Tubera Jalapae" (Wurzelknollen), „Radix et resina Jalapae". — *Quamoclit vulgaris* (Ostindien) und *Qu. lobata* (Mexiko), Zierpflanzen. — *B*. Narben zweiteilig oder zweilappig: *Convolvulus*, Windling. *C. arvensis*, weit verbreitet; *C. Scammonia* (östliches Mediterrangebiet) liefert „Radix Scammoniae" und das Scammoniumharz; *C. tricolor* (mediterran) beliebte Zierpflanze (nicht windend). — *Calystegia sepium*, weit verbreitet.

2. Familie: **Cuscutaceae**[44]. (Abb. 547.) Parasiten ohne grüne Blätter, mit Haustorien an den Stengeln. Korolle 4- bis 5zählig mit Schuppen unter den Staubblättern, aktinomorph. Embryo ohne Keimblatt oder mit Rudiment desselben. Gefäßbündel kollateral.

Cuscuta, Seide. Zahlreiche Arten auf den verschiedensten Nährpflanzen, häufig mit diesen verschleppt. In Europa besonders verbreitet und Kulturpflanzen schädigend: *C. Epilinum*, die Flachsseide, auf *Linum* und *C. Epithymum* f. *Trifolii*, die Kleeseide, auf *Trifolium* und anderen Papilionaceen. *C. suaveolens* (Chile) in Europa auch eingeschleppt und sich stellenweise verbreitend, besonders auf *Medicago*. In Indien soll *C. reflexa* als Zierpflanze auf *Pelargonium* kultiviert werden.

3. Familie: **Polemoniaceae**[45]. Kräuter, seltener niedere Holzpflanzen mit einfachen oder geteilten, häufig behaarten Blättern. Blüten in zymösen Infloreszenzen (seltener einzeln), meist aktinomorph. Kelch und Korolle pentamer. Staubgefäße 5. Fruchtknoten (Abb. 544, Fig. 1 u. 5) oberständig, dreiblättrig und dreifächerig (selten 2- bis 5fächerig). In jedem Fache

---

[44]) Vgl. Peter A., a. a. O. — Mirande M., Rech. physiol. et anat. sur l. Cusc. Bull. sc. France et Belg., XXV., 1900. — Dixon H., Selfparasitism of *C. reflexa*. Notes f. the Bot. Sch. of Trinity Coll., Dublin 1901. — Cunningham A. M., Morphol. char. of the scales of *C*. Proc. Indiana Acad., 1898. — Károly R., Allg. Biol. d. *C. suaveol.* auf Gr. ihr. anat. Baues. Arb. Samenkontrollst. Budapest, 1905. — Porsch O., Der Spaltöffnungsapp., S. 72. 1905. — Yuncker T. G., Revis. of the N. Am. and West-Ind. *Cuscuta*. Illin. Biol. Monogr., 1921. — Vergl. auch die auf S. 778 zitierte Arbeit von Peters.

[45]) Peter A. in E. P., IV. 3a, S. 40, 1891; Nachtr. III, S. 305; Nachtr. IV, S. 261. — Wölfel G., Beitr. z. vergl. Anat. d. *Polem.* Diss. Heidelberg, 1901. — Wagner R., Über d. Bau u. d. Aufblühfolge der Rispen v. *Phlox pan.* Sitzber. d. Wiener Akad., math.-naturw. Kl., CX., 1902. — Milliken J., A review of Calif. *Polem.* Univ. Calif. Publ., II., 1904. — Hüller, Beitr. z. vergl. Anat. d. *Polem.* Beih. z. bot. Zentralbl., XXI., Abt. 1, 1906. — Brand A., *Polem.* in Engler A., Das Pflanzenreich, Heft 27, 1906. — Farr W. K., Cell. div. of the poll. moth. cell of *Cobaea*. Bull. Torr. Bot. Cl., 1920. — Schnarf K., Kl. Beitr. z. Entw.-Gesch., I., *Gilia*. Öst. bot. Zeitschr., 1921.

1 bis viele Samenanlagen, bei geringer Zahl mit der Mikropyle nach unten. Kapseln.

Vorherrschend in extratropischen Gebieten, besonders artenreich im Westen Nordamerikas. — Viele beliebte Zierpflanzen, so *Cobaea scandens* (Mexiko) mit in Ranken ausgehenden, einfach gefiederten Blättern, *Phlox paniculata, Ph. Drummondii* u. a. (Nordamerika), *Polemonium coeruleum* (Nord- und Zentralasien, Europa, Nordamerika), *Gilia*-Arten u. a.

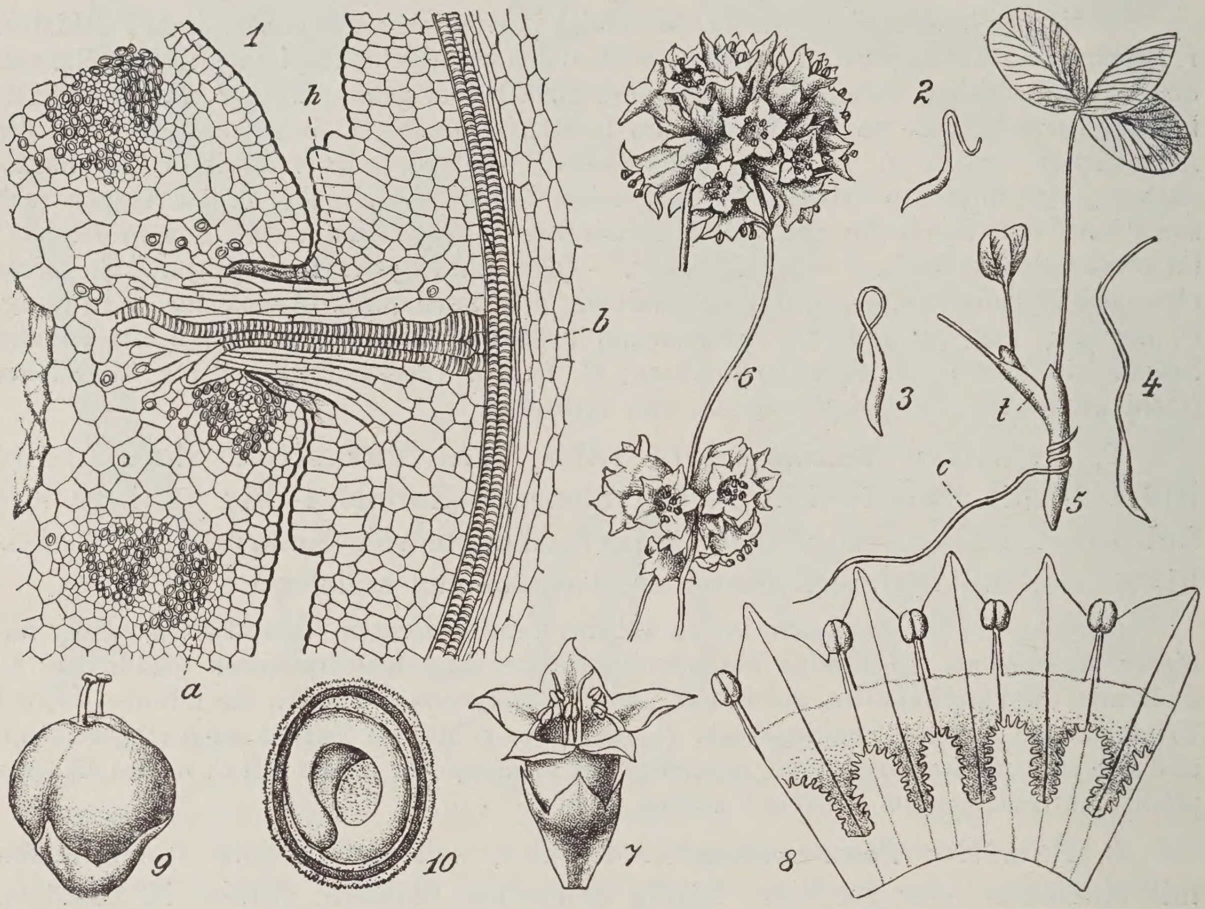


Abb. 547. *Cuscutaceae.* — Fig. 1. *Cuscuta Epithymum; a* Querschn. d. einen *Trifolium*-Stengel, *b* Längsschn. d. d. *Cuscuta*-Stengel, *h* Haustorium. — Fig. 2—4. Keimlinge von *C. Epilinum.* — Fig. 5—8. *C. Epithymum*; Fig. 5 Keimling (*c*), eine Kleepflanze (*t*) erfassend; Fig. 6 zwei Infloreszenzen; Fig. 7 Blüte; Fig. 8 Korolle, geöffnet u. ausgebreitet. — Fig. 9. Frucht von *C. americana.* — Fig. 10. Längsschn. d. d. Samen von *C. Epithymum.* — Fig. 2—5 nat. Gr., 6 schwach, alles übrige stärker vergr. — Fig. 1—5, 10 nach Koch, 6—9 Original.

4. Familie: **Hydrophyllaceae**[46]) (= *Hydroleaceae* 1818). Von der vorhergehenden Familie insbesondere verschieden durch den 2blättrigen (dabei 1- oder 2fächerigen) Fruchtknoten (Abb. 544, Fig. 2 u. 15) und die die Mikropyle nach oben wendenden Samenanlagen. Im Bau der Infloreszenz den Boraginaceen nahestehend.

---

[46]) Peter A. in E. P., IV. 3a, S. 54, 1892; Nachtr. III, S. 505; Nachtr. IV, S. 264. — Willis J. G., Fert. of *Claytonia* etc. Journ. Linn. Soc. London, XXX., 1893. — Chandler H. P., A Revis. of the Gen. *Nemophila.* Bot. Gaz., XXXIV., 1902. — Heinricher E., Die Keimg. v. *Phacelia.* Bot. Zeitg., LXVII., 1909. — Brand A., *Hydroph.* in Engler A., Das Pflanzenr., Heft 59, 1913.

Weit verbreitet, doch in größter Artenzahl in Nordamerika. *Phacelia, Nemophila*-Arten als Zierpflanzen kultiviert. *Phacelia tanacetifolia* (westliches Nordamerika) wird als Bienenpflanze kultiviert und verwildert leicht. — Dem Samen von *Nemophila* haftet ein Überbleibsel der äußeren Samenschale als „Cucullus“ an.

5. Familie: **Lennoaceae**[47]). (Abb. 548, Fig. 1 bis 7.) Chlorophyllfreie, braune oder rotbraune Wurzelparasiten mit schuppenförmigen Blättern. Blüten in rispigen oder ährenähnlichen Infloreszenzen oder auf einer becherförmig verbreiterten Achse mit zymösen Partialinfloreszenzen. Staubgefäße im Schlunde der sympetalen 5- bis 8blättrigen Korolle, oft verschieden hoch inseriert, 5—8. Fruchtknotenblätter 6 bis 14, doppelt so viele Fächer (Klausen) bildend, in jedem Fache 1 Samenanlage. Samenanlage mit der Mikropyle nach oben, bezw. innen. Embryo ungegliedert.

In vielfacher Hinsicht noch unvollkommen bekannt. *Pholisma, Lennoa, Ammobroma* in Kalifornien und Mexiko, besonders auf sandigem Boden. — *Ammobroma* wird von den Eingeborenen getrocknet oder geröstet gegessen.

Die Familie wurde früher zu den *Bicornes* gestellt; ich folge Hallier, der sie in die Verwandtschaft der *Hydrophyllaceae* und *Boraginaceae* brachte.

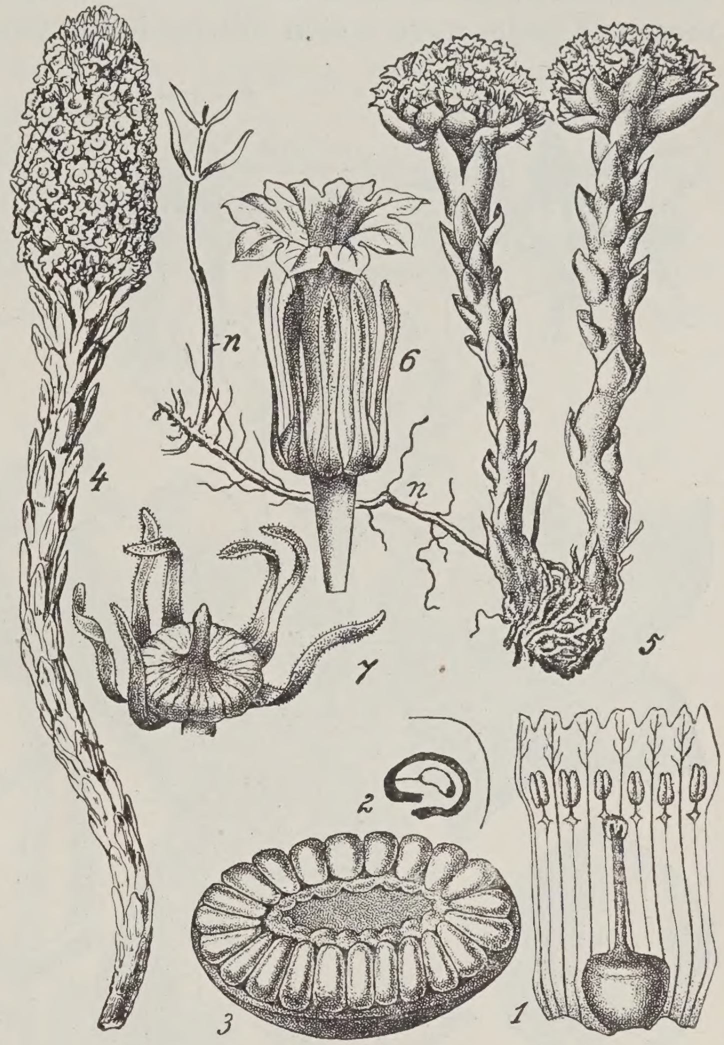


Abb. 548. *Lennoaceae.* — Fig. 1. Geöffn. Blüte von *Ammobroma Sororae.* — Fig. 2. Längsschn. durch ein Fruchtknotenfach desselben. — Fig. 3. Frucht desselben nach Abheben des oberen Teiles. — Fig. 4. *Pholisma arenarium.* — Fig. 5. *Lennoa coerulea* mit Nährpflanze *n.* — Fig. 6. Bl. v. *L. madreporoides.* — Fig. 7. Fr. v. *L. coerulea.* — Fig. 4 verkl.; Fig. 5 nat. Gr.; Fig. 1—3, 6, 7 vergr. — Fig. 1—3 nach Solms-Laubach, Fig. 4 nach Hooker, Fig. 7—5 Original.

6. Familie: **Boraginaceae**[48]). (Abb. 549 u. 550.) Kräuter, seltener Holzpflanzen, zumeist stark behaart, mit meist wechselständigen Blättern.

---

[47]) Drude O. in E. P., IV. 1, 1889. — Von früherer Literatur vgl. insbes. Solms-Laubach H. Grf., in Abh. d. naturf. Ges. Halle, XI., S. 121. — Hallier H., Über d. *L.*, eine zu Linné's *Bicornes* verirrte Sippe d. Bor. Beih. bot. Zentralbl., Bd. XL., Abt. 2, 1923.

[48]) Gürke M. in E. P., IV. 3a, S. 71, 1893; Nachtr. III, S. 306; Nachtr. IV, S. 265. — Fritsch K., Üb. Gynodiöcie bei *Myosotis*. Ber. d. deutsch. bot. Ges., XVIII., 1901. — Revedin P., Studio sopra i peli delle Borragin. N. Giorn. bot. Ital., IX., 1902. — Jodin H.,

Blüten in der Regel in Doppelwickeln (Abb. 550), seltener in einfachen Wickeln, die im Knospenzustande eingerollt sind. Blüten im Perianthium und Andröceum 5-(nur selten 4-)zählig, aktinomorph, seltener zygomorph. Korolle nicht selten mit Schlundschuppen oder ähnlichen Bildungen.

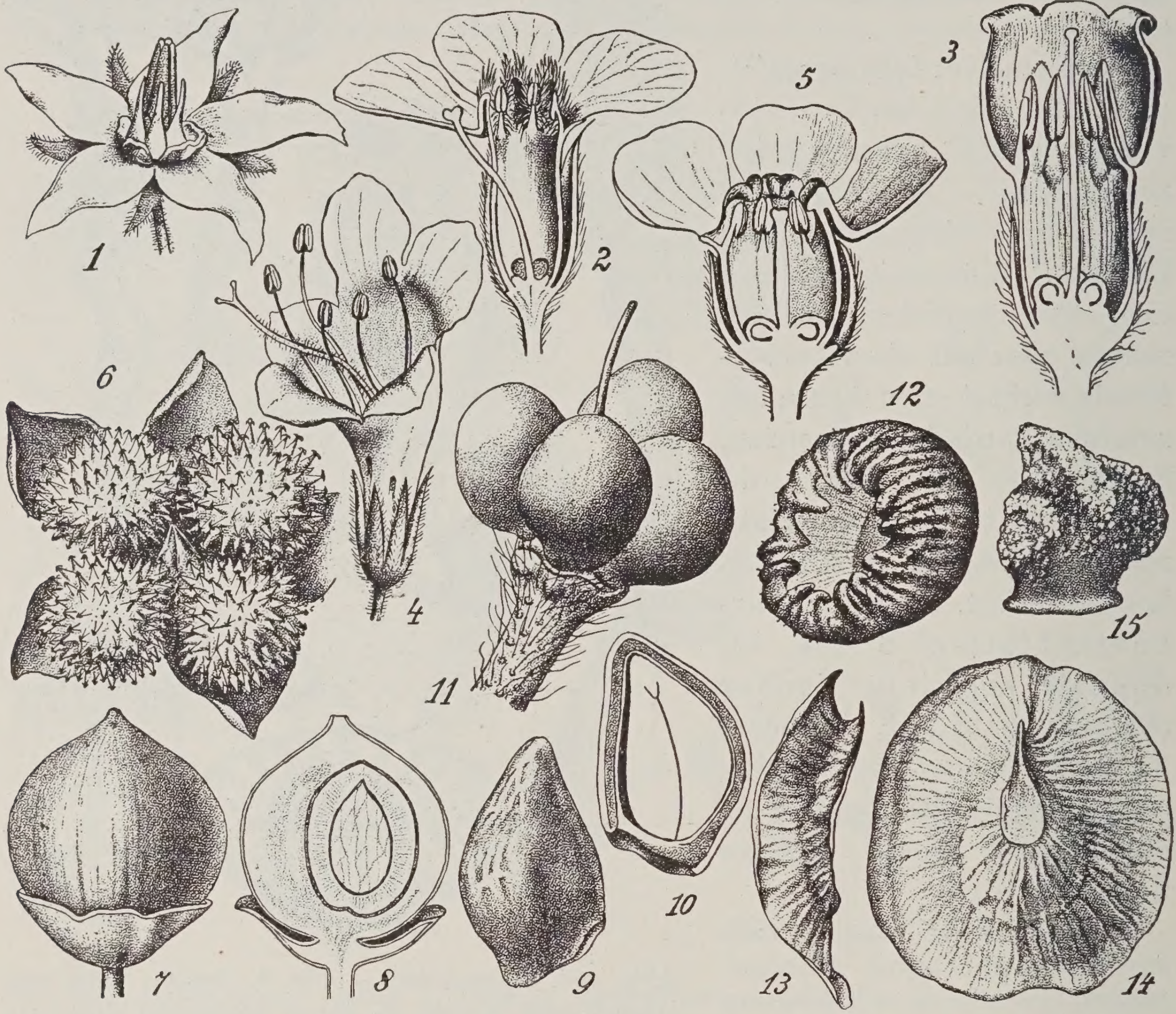


Abb. 549. *Boraginaceae.* — Fig. 1. Blüte v. *Borago officinalis.* — Fig. 2. Bl. v. *Anchusa italica*, längs durchschn. (Griffel herausgebogen.) — Fig. 3. Bl. v. *Symphytum officinale*, längs durchschn. — Fig. 4. Bl. v. *Echium vulgare.* — Fig. 5. Bl. v. *Cynoglossum officinale*, längs durchschn. — Fig. 6. Fr. v. *Cynoglossum creticum.* — Fig. 7. Fr. v. *Cordia Myxa*, Fig. 8 dieselb. längs durchschn. — Fig. 9. Teilfr. v. *Onosma Visianii*, Fig. 10 dieselb. längs durchschn. — Fig. 11. Fr. v. *Lithospermum officinale.* — Fig. 12. Teilfr. v. *Omphalodes linifolia.* — Fig. 13. Teilfr. v. *Rindera tetraspis* von der Seite, Fig. 14 von innen gesehen. — Fig. 15. Teilfr. v. *Anchusa officinalis.* — Alle Fig. vergr. — Fig. 1—5, 7 u. 8 nach Baillon, Fig. 6, 9—15 Original.

Fruchtknoten oberständig, aus 2 (selten mehr) medianen Fruchtknotenblättern gebildet, deren jedes 2 hängende, mit der Mikro-

---

Rech. anat. sur les Borrag. Ann. sc. nat., Bot., sér. 8., XVII., 1903. — Tieghem Ph. v., Sur les Heliotropiacées. Ann sc. nat., Bot., sér. 9., IV., 1906. — Kimpflin G., Sur les aff. d. Boragin. et d. Lamiac. Bull. Soc. Linn. Lyon, 1907. — Spengler H., Die versch. Typ. im Korollenb. v. *Lithospermum.* Öst. bot. Zeitschr., LXVIII. Bd., 1919. — Souèges R., Embryog. d. Borag. C. R. Acad. Sc. Paris, 1921.

pyle nach aufwärts gerichtete Samenanlagen trägt. Die die einzelnen Samenanlagen umgebenden Teile der Fruchtknotenwand wölben sich zumeist sackartig vor, so daß bald der Fruchtknoten 4teilig wird; der Griffel bleibt dann am Grunde zwischen diesen Teilen stehen. Steinfrucht oder vier 1samige Nüsse („Klausen“). Nährgewebe fehlend oder sehr gering.

In der blütentragenden Region sind Konkauleszenz und Rekauleszenz häufig. Für die recht charakteristische Infloreszenz wurde der Name „Boragoid“ eingeführt[49]). Insektenbestäubung vorherrschend, bei *Cordia* auch Ornithogamie (?); Gynodiözie und Heterostylie bei mehreren Gattungen. Kleistogame Blüten bei einzelnen *Lithospermum*-Arten. Mannigfache

Abb. 550. *Boraginaceae.* Infloreszenz von *Symphytum cordatum.* — Etw. vergr. — Original.

Verbreitungsmittel an den Früchten (besonders hakenförmige Trichome: widerhakige Fruchtkelche bei *Rochelia*, einzelnen *Myosotis*-Arten, *Harpagonella*).

Weite Verbreitung; größter Formenreichtum im Mittelmeergebiete und in Kalifornien; in den Tropen *Cordioideae* und *Ehretioideae.*

Unterfamilien:

A. **Cordioideae.** Griffel endständig, 2mal zweispaltig. Steinfrucht mit einem 1- bis 4samigen Steinkern. Bäume und Sträucher, vorherrschend in den Tropen, besonders Amerikas. — *Cordia. C. Gerascanthus* (tropisch. Amerika) liefert „Dominica-Rosenholz“. Die Früchte vieler Arten genießbar.

---

[49]) An Literatur über die Infloreszenz vgl. bes. Schumann K., Unters. üb. d. Boragoid. Ber. d. deutsch. bot. Ges., VII., 1889. — Goebel K., Zur Entwicklungsgesch. d. Boragoids. Flora, 91. Bd., 1902. — Muth F., Unters. üb. d. Entwickl. d. Inflor. etc. Flora, 91. Bd., 1902. — Müller W., Beitr. zur Entwicklungsgesch. d. Inflor. d. Bor. u. Solan. Flora, 94. Bd., 1905.

B. Ehretioideae. Griffel endständig, 2spaltig. Steinfrucht mit zwei 2samigen oder vier 1samigen Kernen. Zumeist Holzpflanzen. *Beureria* (tropisch. Amerika), *Ehretia* (Tropen der Alten Welt).

C. Heliotropioideae. Griffel wie bei *B.*, unter der Narbe mit haarigem Ringe. Frucht wie bei *B* oder in 4 Klausen zerfallend. Vorherrschend krautig. — *Heliotropium*, artenreiche Gattung von großer Verbreitung. *H. peruvianum*, Heliotrop, „Vanillestrauch" (Peru, Ecuador), beliebte Zierpflanze.

D. Boraginoideae. Griffel am Grunde zwischen den Lappen des Fruchtknotens. Vier 1samige Klausen. Vorherrschend krautig. Die Arten der gemäßigten Klimate gehören größtenteils hieher. — Artenreiche und verbreitete Gattungen: *Omphalodes*, *Cynoglossum*, *Lappula*, *Eritrichium*, *Symphytum*, *Anchusa*, *Nonnea*, *Alkanna*, *Pulmonaria*, *Myosotis*[50]), *Lithospermum*, *Onosma*[51]), *Echium*. — Viele Arten waren früher medizinisch gebraucht und stehen heute noch lokal in derartiger Verwendung. — Küchenpflanze (Salat): *Borago officinalis*, Boretsch (Mittelmeergebiet). — Roten Farbstoff (Alkannarot, Anchusin) liefert die Wurzelrinde von *Alkanna tinctoria* (Mittelmeergebiet, südöstliches Europa) und *Macrotomia cephalotes* (östliches Mediterrangebiet) und andere Arten. — Beliebte Zierpflanzen insbesondere *Myosotis alpestris*, Vergißmeinnicht, mit vielen Rassen, *Omphalodes linifolia* (Mediterrangebiet), *O. verna* (Südosteuropa) u. a.

7. Familie: ***Nolanaceae***[52]). Kleine, der folgenden sehr nahe stehende Familie, die sich von ihr insbesondere durch den Fruchtknoten und Fruchtbau unterscheidet, der wieder Ähnlichkeiten mit dem der vorhergehenden Familien aufweist. Fruchtknoten 5blättrig, dabei 5- bis 10fächerig oder durch sekundär auftretende Wände in 5—30 „Klausen" geteilt.

Westliches Südamerika. *Nolana*, *Dolia*.

8. Familie: ***Solanaceae***[53]). (Abb. 551.) Kräuter oder Holzpflanzen. Blätter zumeist einfach, wechselständig oder (besonders in der Blütenregion) gepaart. Infloreszenzen zymös. Perianthium und Andröceum 5zählig, aktinomorph, seltener ± zygomorph. Fruchtknoten oberständig, aus 2 Blättern gebildet, die schief zur Mediane der Blüte stehen, 2fächerig (seltener mehr- oder 1fächerig), mit marginalen, scheidewandständigen Plazenten, zahlreichen (oder durch Reduktion wenigen) Samenanlagen (Abb. 544, Fig. 3 u. 16). Beeren oder Kapseln. Nährgewebe im Samen vorhanden oder fehlend.

---

[50]) Béguinot A., Materiali per una monograf. del gen. *Myosotis*. Ann. di Bot., I., 1904.

[51]) Jávorka S., Spec. hung. gen. *Onosma*. Ann. Mus. Nat. Hung., IV., 1906.

[52]) Wettstein R. v. in E. P., IV. 3b, S. 1, 1891. — Jodin H., Sur la struct. et le développement de l'ovaire chez les Nol. Assoc. franç. Congr. Ajaccio, XXX., 1901.

[53]) Wettstein R. v. in E. P., IV. 3b, S. 4, 1891; Nachtr. III, S. 309; Nachtr. IV, S. 271. — Fedde F., Beitr. z. vergl. Anat. d. Solanac. Dissert. Breslau, 1892. — Terraciano A., Contrib. alla storia d. gen. *Lycium*. Malpighia, IV., 1891. — Tognini F., Sull' embriog. di alcune *Solanaceae*. Atti ist. bot. Pavia, N. S., VI., 1900. — Guignard L., La double fécondat. chez les Sol. Journ. d. Bot., XVI., 1902. — Marcello L., Osserv. crit. sulla sistem. d. Solan. Cava dei Tirreni, 1902. — Martel E., Quelqu. notes sur l'anat. des Solan. Journ. d. bot., XVII., 1903. — Wagner R., Zur Morphol. d. Tabaks u. einig. and. *Nicotiana*-Art. Sitzber. d. Akad. Wien, Bd. CXVI, 1907. — Souèges R., Développement et struct. d. tég. sém. d. Solan., Ann. sc. nat., Bot., sér. 9., VI., 1907; Rech. s. l'embryog. d. Sol., Bull. Soc. Bot. France, LXIX., 1922. — Rassmus W., Beitr. z. Entw.-Gesch. d. Verdick. in d. Epid. Zellen v. *Solanum*. Göttingen 1907. — Bitter G., Solana nov. et min. cogn. in Fedde, Repert., X. Bd. u. folg., 1912ff.; Die Gattg. *Lycianthus*, Abh. Nat. Ver. Bremen, XXIV., 1919. — Vgl. auch die auf S. 783 zitierte Arbeit von W. Müller.

In histologischer Hinsicht ist die Familie insbesondere durch intraxyläres Phloëm ausgezeichnet; dasselbe fehlt, soweit bekannt, keiner hieher gehörenden Pflanze, es findet sich unter den Tubifloren überdies nur noch bei Nolanaceen, Acanthaceen und Myoporaceen. Verschiebungen der Blätter durch Emporheben derselben am wachsenden Stamm (gepaarte Blätter), Konkauleszenz („Verwachsung" des Achselproduktes mit der Abstammungsachse) und Rekauleszenz (Emporheben des Tragblattes durch das Achselprodukt) sehr häufig, besonders in der Blütenregion. Größtenteils entomogam, einige

Abb. 551. *Solanaceae.* — Fig. 1. Blüte von *Nicotiana Tabacum.* — Fig. 2. Frucht davon. — Fig. 3. Blüte von *Physalis Alkekengi.* — Fig. 4. Blüte von *Solanum Balbisii.* — Fig. 5. Blüte von *Atropa Belladonna.* — Fig. 6. Samen davon. — Fig. 7. Blüte von *Hyoscyamus niger.* — Fig. 8. Fruchtkelch, Fig. 9 Frucht davon. — Fig. 10. Samen von *Hyoscyamus niger*, längs durchschn. — Fig. 11. Frucht von *Solanum Balbisii.* — Fig. 12. Frucht von *Saracha auriculata.* — Fig. 13. Frucht von *Lycium vulgare.* — Alle Figuren vergr. — Original.

Arten ornithogam. Wasserkelche bei *Nicandra.* Reichtum an Alkaloiden. — Parthenokarpie bei *Solanum Lycopersicum.* Apogamie bei *Nicotiana*[54]).

A. Embryo im Samen deutlich gekrümmt. Fruchtknoten 3- bis 5fächerig: **Nicandreae.** — *Nicandra physaloides* (Peru) nicht selten als Zierpflanze kultiviert[55]).

B. Embryo deutlich gekrümmt. Fruchtknoten 2fächerig: **Solaneae.** — Medizinalpflanzen: *Atropa Belladonna*, Tollkirsche (Europa), mit schwarzen oder gelben, sehr

---

[54]) Höstermann G., Parthenok. d. Tomaten. Ber. d. Gärtnerlehranst. Dahlem, 1912. — Fruwirth C., Parthenog. b. Tabak. Zeitschr. f. Pflanzenzücht., II., 1914. — Goodspeed T. H., Parthenoc. and parthenog. in *Nicot.* Proc. nat. Ac. Sc., I., 1915.

[55]) Vgl. Bitter G., die Rassen von *N. ph.* Beih. z. Bot. Zentralbl., XIV., 1903.

giftigen Beeren, liefert „Folia Belladonnae" und „Radix Belladonnae" (Atropin, Hyoscyamin). — *Hyoscyamus niger*, Bilsenkraut (Europa, Asien), liefert „Herba Hyoscyami" und „Semen Hyoscyami" (Hyoscyamin und Hyoscin). — *Capsicum annuum* und *C. longum*, Paprika, spanischer Pfeffer (tropisch. Amerika), liefert „Fructus Capsici" (Capsaïcin); auch als Gewürzpflanzen in vielen Spielarten kultiviert. — *Solanum Dulcamara*, Bittersüß (Europa, Asien), liefert „Stipites Dulcamarae" oder „Caules Dulcamarae" (Solanin, Dulcamarin). — Kulturpflanzen (außer dem schon erwähnten *Capsicum*): *Solanum tuberosum*, die Kartoffel (Anden von Chile und Peru) mit zahlreichen Kultursorten[55a]); manche derselben bilden gar keine Blüten oder pollenlose Blüten aus. Als Stammpflanzen der kultivierten Kartoffeln wurden auch noch andere ähnliche Arten in Betracht gezogen, so *S. Maglia* (Küsten von Chile und Peru), *S. Commersonii* (Ostküste d. extratrop. Südamerika, Mexiko und Arizona) u. a.[56]), doch scheinen sie bei dem Entstehen der Kulturpflanze keine Rolle gespielt zu haben. — *S. Melongena*, Eierfrucht, Melanzana (Ostindien), liefert große gelbe, weiße oder violette, als Gemüse verwendete Früchte. — *S. Lycopersicum*, Liebesapfel, Paradiesapfel, Tomate (Südamerika), in der Kultur vorherrschend mit Früchten mit vermehrten Fruchtknotenblättern. — Als Obst verwendbare Früchte liefern *Cyphomandra betacea* (Zentralamerika), *Physalis Alkekengi*, Judenkirsche (Europa), und *Ph. peruviana* (Südamerik.). — Zierpflanzen: *Solanum citrullifolium* (Texas), *S. Balbisii* (Zentralamerika), *S. Pseudocapsicum* (Madeira), *Physalis Franchetii* (Japan) u. a. — *Mandragora officinarum* (mediterran) lieferte die „Alraun-Wurzeln". — Die strauchigen *Lycium*-Arten, besonders die dornigen, werden vielfach zu Hecken verwendet, so in Europa *L. vulgare*, in Südafrika *L. afrum*; die erstgenannte Art wurde durch den Menschen weit verbreitet. — Durch Pfropfverbindungen zwischen *Solanum Lycopersicum* und *S. nigrum* hat Hans Winkler[57]) sehr interessante Pfropfhybriden, beziehungsweise Chimären erzielt.

C. Embryo deutlich gekrümmt. Fruchtknoten 4fächerig: **Datureae.** — *Datura Stramonium*, Stechapfel (Europa, Asien, Afrika, Nordamerika; viel verschleppt) liefert die offizinellen „Folia Stramonii" und „Semina Stramonii" (Hyoscyamin, Atropin). Beliebte Zierpflanzen, besonders wärmerer Gebiete: *D. arborea* (Südamerika), *D. suaveolens* (Mexiko), *D. sanguinea* (Peru)[58]).

D. Embryo gerade oder schwach gekrümmt. 5 Staubgefäße: **Cestreae.** — *Nicotiana*, Tabak[59]). Kultiviert werden in allen wärmeren Gebieten insbesondere *N. Tabacum*, der virginische Tabak, mit rosenroten, und *N. rustica*, der Bauerntabak, mit gelbgrünen Korollen, beide mit zahlreichen Kulturrassen. Heimat: Südamerika. Die Blätter der erstgenannten Art liefern auch die Droge „Folia Nicotianae" (Nikotin). Beliebte Zierpflanzen: *N. affinis* (Südamerika), *N. longiflora* (Chile), *N. silvestris* (Argentinien), *N. Forgetiana*

[55a]) Oberstein O., Beitr. z. Phylog. uns. Kartoffelsorten. Breslau, 1921. — Snell K., Kartoffelsorten, 2. Aufl. Berlin, 1922.

[56]) Vgl. die in E. P., l. c., S. 24 zitierte Literatur, ferner: Labergerie J., Le *Solanum Commersonii*, Paris 1905; Variations du *Sol. Commersoni* et du *Sol. Maglia*, Paris 1908. — Jumelle H., De l'infl. des endoph. s. l. tubéris. d. *Sol.* Rev. gen. bot., XVII., 1905. — Heckel E., Sur les orig. d. l. pomme de terre etc. Marseille 1907. — Wittmack L., Die Stammpfl. unserer Kartoffel. Landw. Jahrb., XXXVIII., 1909; Einige wilde knollentrag. *Solan.*-Arten. Ber. d. d. bot. Ges., XXXI., 1914. — Bitter G., Eine neue wilde Kart. aus Peru. Abh. Nat. Ver. Bremen, 25. Bd., 1922. — Fruwirth C., Die Züchtg. d. landw. Kulturpfl., III., 4. Aufl., 1922.

[57]) Winkler Hans, Weitere Mitt. üb. Pfropfbastarde, Zeitschr. f. Bot., I., 1909; Üb. d. Nachkommensch. d. *Solanum*-Pfropfbast. etc., a. a. O., II., 1910; Üb. d. Wesen d. Pfropfbastarde, Ber. d. deutsch. bot. Ges., XXVIII., 1910.

[58]) Vgl. Blakeslee A. F., Var. in *Datura* due to chang. in chromat. number, Am. Natural., Vol. LVI., 1922; The assort. of chrom. in triploid Daturas, l. c., LVI., 1922.

[59]) Vgl. die in E. P., S. 33, ferner in Ergänzungsheft I, S. 70 zitierte Literatur, endlich Comes O., Monogr. d. genre *Nicotiana*, 1899; Delle razze dei Tabacchi, filog., qual. ed uso, Napoli 1905. — Preißecker K., Ein kl. Beitr. z. Kenntn. d. Tabakbaues. Fachl. Mitt. d. österr. Tab.-Reg., 1903—1910.

(Brasil.), *N. glauca* (Südamerika, besonders in subtropischen Gebieten kult.) und Hybriden. — *Petunia violacea* (Südamerika) und Formen derselben („*P. hybrida*") beliebte Zierpflanzen[60]).

E. Embryo wie bei *D.* Nur 2—4 Staubgefäße normal. Blüten zygomorph: **Salpiglossideae.** — Zierpflanzen: *Salpiglossis sinuata* (Chile), *Schizanthus pinnatus* (Chile) mit Kulturrassen, *Brunfelsia*-Arten in wärmeren Gebieten, respektive in Gewächshäusern.

9. Familie: **Scrophulariaceae**[61]). (Abb. 552 bis 554.) Kräuter, seltener Holzpflanzen. Blüten einzeln stehend oder in zymösen oder razemösen Infloreszenzen, stets ± zygomorph. Korolle 5zählig (seltener durch Verwachsung von 2 Blättern 4zählig). Staubgefäße 4 oder 2, nur selten 5. Fruchtknoten 2blättrig, 2fächerig, seltener 1fächerig, oberständig, mit marginalen, zumeist scheidewandständigen Plazenten (Abb. 544, Fig. 4 u. 14). Die Mediane der Fruchtblätter fällt mit jener der ganzen Blüte zusammen. Samenanlagen meist zahlreich. Kapseln oder Beeren. Samen mit Nährgewebe.

Die Abgrenzung der Scrophulariaceen gegen die Solanaceen, denen sie zweifellos nahe stehen, ist nicht schwer. Es fehlen ihnen stets die für die letzteren so charakteristischen intraxylären Phloëme. Dagegen ist die Abgrenzung der Scrophulariaceen gegenüber den

[60]) Fries R. E., Die Art. d. Gattg. *P.* K. Svensk. Vetensk. Handl., XLVI., 1911.

[61]) Wettstein R. v. in E. P., IV. 3b, S. 39, 1891, in E. P., Nachtr., S. 293, 1897, u. Erg.-Heft I, S. 70, 1900; Diels L. in Nachtr. III, S. 310; Nachtr. IV, S. 273. — Engler A., Scroph. afric. Bot. Jahrb., XVIII., 1893; a. a. O., XXIII., 1897; a. a. O., XXVI., 1898; a. a. O., XXXVI., 1906; a. a. O., XLV., 1910; a. a. O., LVII., 1922. — Muth F., Zur Entwicklungsgesch. d. Scroph.-Bl. Fünfstücks Beitr., III., 1899. — Polak J. M., Unters. üb. d. Staminod. d. Scroph. Öst. bot. Zeitschr., L., 1900. — Sterneck J. v., Monogr. d. Gattg. *Alectorolophus.* Wien 1901. — Weberbauer A., Üb. d. Frucht.-Anat. d. Scroph. Beih. z. bot. Zentralbl., X., 1901. — Heinricher E., Die grünen Halbschmarotzer, III—VI. Jahrb. f. wiss. Bot., XXXVI., 1901; XXXVII., 1902; XLVI., 1909; XLVII., 1910. — Hallier H., Über die Abgrenzg. u. Verwandtsch. d. Sippen bei den Scroph. Bull. de l'herb. Boiss., 2. sér., III., 1903. — Tieghem Ph. v., Struct. d. étam. chez les Scroph. Ann. sc. nat., Bot., sér. 8., XVII., 1903. — Colozza A., Morfol. e fisiol. d. infior. d. *Paulownia.* N. Giorn. Bot. It., XI., 1904. — Witasek J., Die chilen. Art. d. Gattg. *Calceolaria.* Öst. bot. Zeitschr., LV., LVI., 1905 u. 1906. — Fraysse A., Contrib. à la biol. d. pl. phan. paras. Montpellier 1906. — Schmid E., Beitr. z. Entwicklungsgesch. d. Scroph. Beih. z. bot. Zentralbl., XX., Abt. 1, 1906. — Bellini R., Crit. p. una nuova classif. d. *Personatae.* Ann. di Bot., VI., 1907. — Kränzlin F., *Calceolarieae* in Engler A., Das Pflanzenreich, 1907. — Lehmann E., Einig. Mitt. z. Kenntn. d. Gattg. *Veronica*, Öst. bot. Zeitschr., LIX., 1909; Über Zwischenrassen in d. *Veronica*-Gr. *agrestis*, Zeitschr. f. ind. Abstammungsl., II., 1909. — Kirchmayr H., Die extrafloral. Nekt. v. *Melamp.* Sitzb. d. Wiener Akad., CXVII. Bd., 1908. — Krautter L., A comp. study of the gen. *Pentstemon.* Publ. of Univ. of Pensylv., III., 1909. — Rouy G., Consp. d. Trib. et de genre d. l. Fam. d. Scr. Rev. gén. d. Bot., XXI., 1909. — Baur E., Vererb.- u. Bast.-Vers. mit *Antirrhinum.* Zeitschr. f. ind. Abst.-Lehre, III., 1910. — Stiefelhagen H., Syst. u. pflanzengeogr. Stud. üb. *Scrophularia.* Bot. Jahrb. f. Syst. etc., XLIV., 1910. — Watzl B., *Veronica prostrata, Teucrium* etc. Abh. zool.-bot. Ges. Wien, V., 1910. — Wurdinger M., Bau u. Entw. d. Embryosackes v. *Euphrasia.* Denkschr. Wiener Akad., LXXXV., 1910. — Ronniger K., Die schweiz. Art. u. Form. d. Gattg. *Melampyrum.* Vierteljahrsschr. d. Naturf. Ges. Zürich, 55., 1910. — Bonati G., Contrib. à l'ét. du genre *Pedicularis.* Bull. soc. bot. Fr., LVII., 1910, mém. 18. — Stephens E., The struct. and developm. of Haustor. of *Striga.* Ann. of Bot., XXVI., 1912. — Michell R. M., The embryosac etc. of *Striga.* Bot. Gaz. 49., 1915. — Beauverd G., Monogr. d. g. *Melampyrum.* Genève 1916. — Schertz F. M., Early dev. of flor. org. etc. of *Scrophul. Maryl.* Bot. Gaz., 68., 1919. — Evans A. T., Embryos. and embr. of *Pentstemon.* Bot. Gaz., 67., 1919. — Souèges R., Devel. de l'ovule chez *Veronica.* C. R. Acad. Sc., 1921.

folgenden Familien der Gesneriaceen, Bignoniaceen, Orobanchaceen, Pedaliaceen, Martyniaceen eine vielfach recht schwierige und oft mehr konventionelle. Der genetische Zusammenhang mit diesen Familien ist klar. Bei Festhaltung dieses Umstandes ist es ziemlich

Abb. 552. *Scrophulariaceae.* — Fig. 1. Blüte von *Verbascum Chaixii.* — Fig. 2. Blüte von *V. phlomoides*, längs durchschn. — Fig. 3. Blüte von *Diascia Barberae.* — Fig. 4. Blüte von *Calceolaria plantaginea.* — Fig. 5. Blüte von *Pentastemon gentianoides.* — Fig. 6. Blüte von *P. glaber*, längs durchschn. — Fig. 7. Blüte von *Scrophularia alata.* — Fig. 8. Blüte von *Gratiola officinalis*, längs durchschn. — Fig. 9. Blüte von *Rhynchocorys Elephas.* — Fig. 10. Blüte von *Pedicularis rostrato-spicata.* — Fig. 11. Blüte von *Veronica fruticans.* — Fig. 12. Blüte von *Linaria vulgaris.* — Fig. 13. Blüte von *Alonsoa incisifolia.* — Fig. 14. Frucht von *Kickxia commutata.* — Fig. 15. Frucht von *Digitalis purpurea.* — Fig. 16. Frucht von *Veronica polita.* — Fig. 17. Samen von *Paulownia tomentosa.* — Durch einen Stern (*) ist in Fig. 1 u. 2 die der Abstammungsachse zugewendete Seite der Blüte gekennzeichnet, *st* Staminodium. — Alle Fig. vergr. — Original.

gleichgültig, ob man diese Familien als solche von den Scrophulariaceen abgrenzt oder ob man sie als Unterfamilien mit ihnen in eine dann allerdings außerordentlich weite Familie zusammenfaßt. Eine natürliche Systematik innerhalb der Familie ist zur Zeit noch nicht erreicht[62]).

Größere Bäume oder holzige Lianen sind in der Familie selten. Es ist nicht ausgeschlossen, daß diese Typen (*Paulownia*, *Wightia*) zu den Bignoniaceen zu versetzen sind. Windende Stengel bei *Rhodochiton*, Blattstielranken bei *Maurandia* u. a. Wasserpflanzen in den Gattungen *Hydrotriche* (Madagaskar), *Ambulia* (trop. As., Afr., Austral.), *Conobea* (Am.) usw. Wasserpflanze mit interessanten Trockenanpassungen: *Chamaegigas intre-*

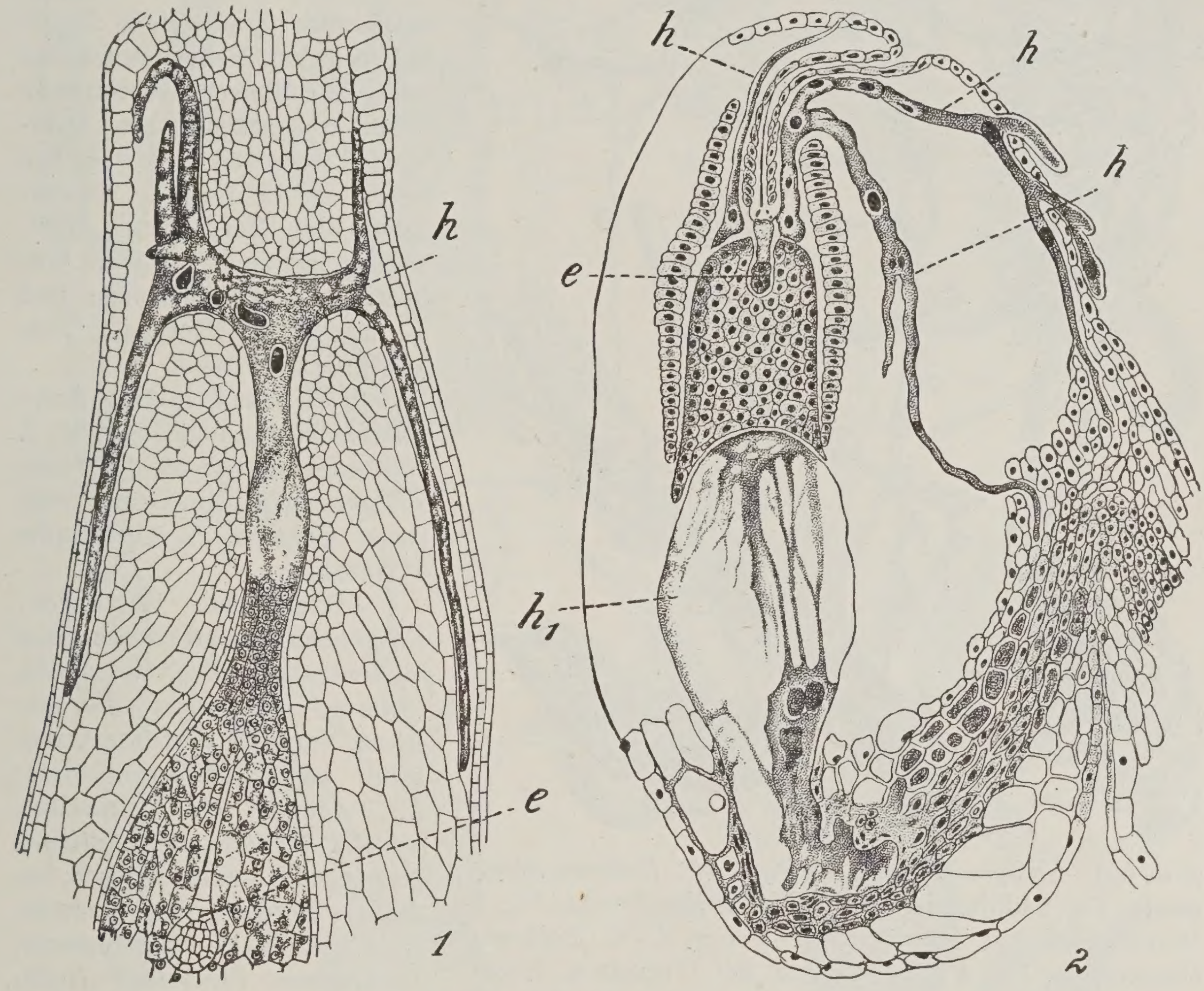


Abb. 553. Haustorialbildungen in den Samenanlagen von *Globularia cordifolia* (*Globulariaceae*) (Fig. 1) und von *Melampyrum nemorosum* (*Scrophulariaceae*) (Fig. 2); *e* Embryo, *h* Mikropylarhaustorium, h_1 Antipodialhaustorium. — Stark vergr. — Nach Billings und Balicka-Iwanowska.

pidus (Südw. Afrika). Außer ganz autotrophen Pflanzen finden sich Halbparasiten und Parasiten (Unterfamilie 3). Diese bilden Haustorien an den Wurzeln aus. Der Parasitismus zeigt alle Abstufungen von dem Mangel einer Spezialisierung bis zu ziemlich strenger Wirtsauswahl. Auch Verbindung von Parasitismus mit saprophytischer Ernährung kommt vor[63]). Saisondimorphismus bei *Euphrasia*, *Alectorolophus*, *Melampyrum*, *Odontites* u. a.

[62]) Eine Einteilung nach dem Baue der Antheren hat Van Tieghem, eine solche nach der Beschaffenheit der Nektarien in der Blüte Bellini (vgl. die auf Seite 787 zitierte Literatur) versucht.

[63]) Über diese Ernährungsverhältnisse vgl. die oben zitierten Abhandl. Heinrichers, ferner Sperlich A., Beitr. z. Kenntn. d. Inhaltsstoffe in d. Saugorg. Beih. z. bot.

Blüteneinrichtungen zur Pollenübertragung durch Insekten sehr mannigfaltig; Ornithogamie bei *Pentastemon*-Arten und *Castilleja*; auf Berührungsreize mit Bewegungen reagierende Narben bei *Mimulus*[64]), *Torenia*, *Glossostigma* u. a. Kleistogame Blüten bei *Scrophularia arguta*, *Linaria*. Besonders ausgeprägte Einrichtungen zur Verbreitung der Samen vereinzelt; Verbreitung der Samen durch Wasser bei *Veronica*-Arten feuchter Standorte.

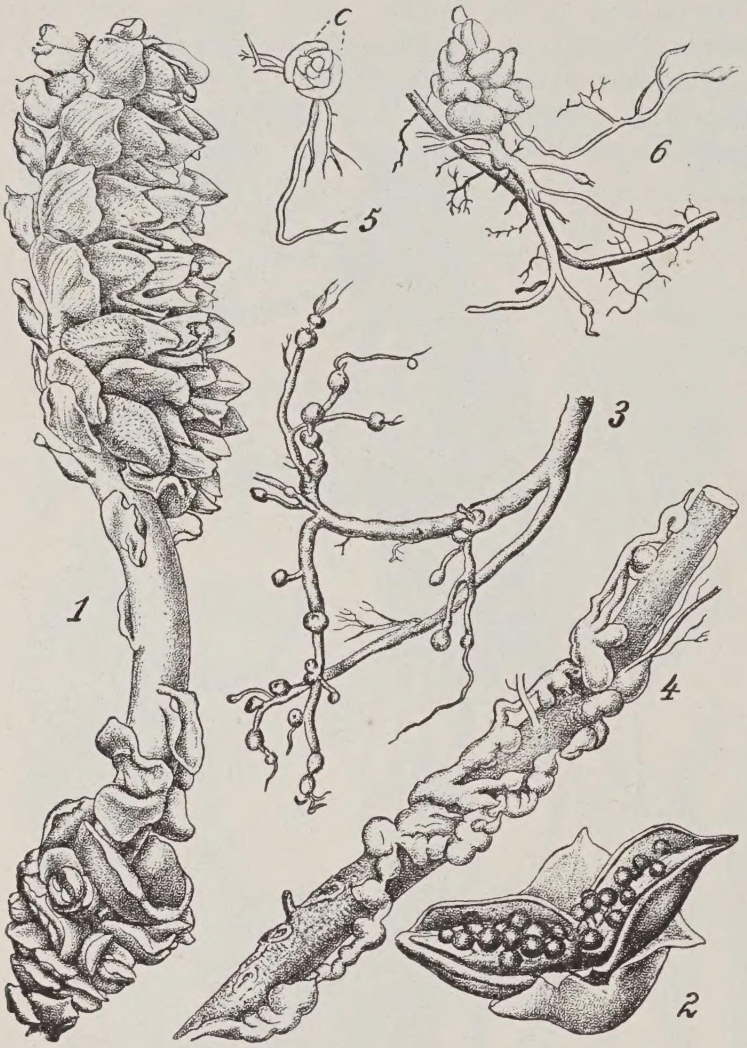


Abb. 554. *Scrophulariaceae*. — Fig. 1—3. *Lathraea Squamaria*; Fig. 1 blühender Sproß; Fig. 2 reife Frucht; Fig. 3 Wurzelstück mit Haustorien. — Fig. 4—6. *Lathraea Clandestina*; Fig. 4 Weidenwurzel mit Wurzeln u. Haustorien; Fig. 5 Keimling, *c* Kotyledonen; Fig. 6 acht Monate alter Keimling. — Fig. 3—6 nat. Gr., Fig. 2 etw. vergr., Fig. 1 etw. verkl. — Fig. 3—6 nach Heinricher, 1 u. 2 Original.

1. Unterfamilie: ***Pseudosolanoideae.*** Staubgefäße 5 (selten weniger). Nektarien fehlend oder korrollinisch. Autotrophe Pflanzen. Artenreichste Gattung: *Verbascum*, Königskerze besonders in Europa, Vorderasien und Nordafrika. Medizinisch verwendet: „Flores Verbasci" von *V. phlomoides* und *V. thapsiforme* (Europa). Viele Bastarde. — *Celsia*.

2. Unterfamilie: ***Antirrhinoideae.*** Staubgefäße 4 bis 2. Nektarien am Grunde des Gynözeums, meist ringförmig (seltener anders). Autotrophe Pflanzen.

Artenreiche Gattungen: *Calceolaria* (Anden Südamerikas bis Zentralamerika, Neuseeland), *Linaria* (besonders Europa, Asien, Nordafrika, größte Artenzahl im Mediterrangebiete; *L. vulgaris* sehr verbreitet, weithin verschleppt), *Antirrhinum* (nördlich-extratropisch, besonders Nordamerika), *Scrophularia* (nördlich-extratropisch), *Pentastemon* (besonders Nordamerika), *Manulea*, *Chaenostoma* (Südafrika), *Mimulus* (besonders Nordamerika), *Selago* (Südafrika), *Veronica* (extratropische Gebiete beider Hemisphären), *Digitalis* (Europa, Asien, Nordafrika). — „Folia Digitalis" von *Digitalis purpurea* (Mitteleuropa) enthalten unter anderem Digitalin; „Herba Gratiolae" von *Gratiola officinalis* (Europa, Asien). — Zierpflanzen besonders: *Antirrhinum majus*, Löwenmaul (Mediterrangebiet), *Digitalis purpurea*, Fingerhut, *Calceolaria*-Arten, Pantoffelblume, *Pentastemon*-Arten, *Paulownia tomentosa* (Japan; baumförmig), *Mimulus cardinalis*, *M. luteus*,

---

Zentralbl., XI., 1902. — Heinricher E., *Melamp. prat.*, ein in gew. Grenz. spezialis. Parasit, Ber. d. deutsch. bot. Ges., Bd. XXII, 1904; Die Aufzucht u. Kultur d. paras. Samenpfl., Jena 1910.

[64]) Vgl. Haberlandt G., Sinnesorg. im Pflanzenreich, S. 58, 1906.

M. moschatus, *Torenia asiatica*, *Veronica*-Arten (besonders Neuseeländer), *Collinsia bicolor* (Nordamerika), *Rehmannia angulata* (China) u. a.

3. Unterfamilie: **Rhinanthoideae.** Staubgefäße 4—2. Nektarien am Grunde des Gynözeums, einseitig. Halbparasiten oder Parasiten.

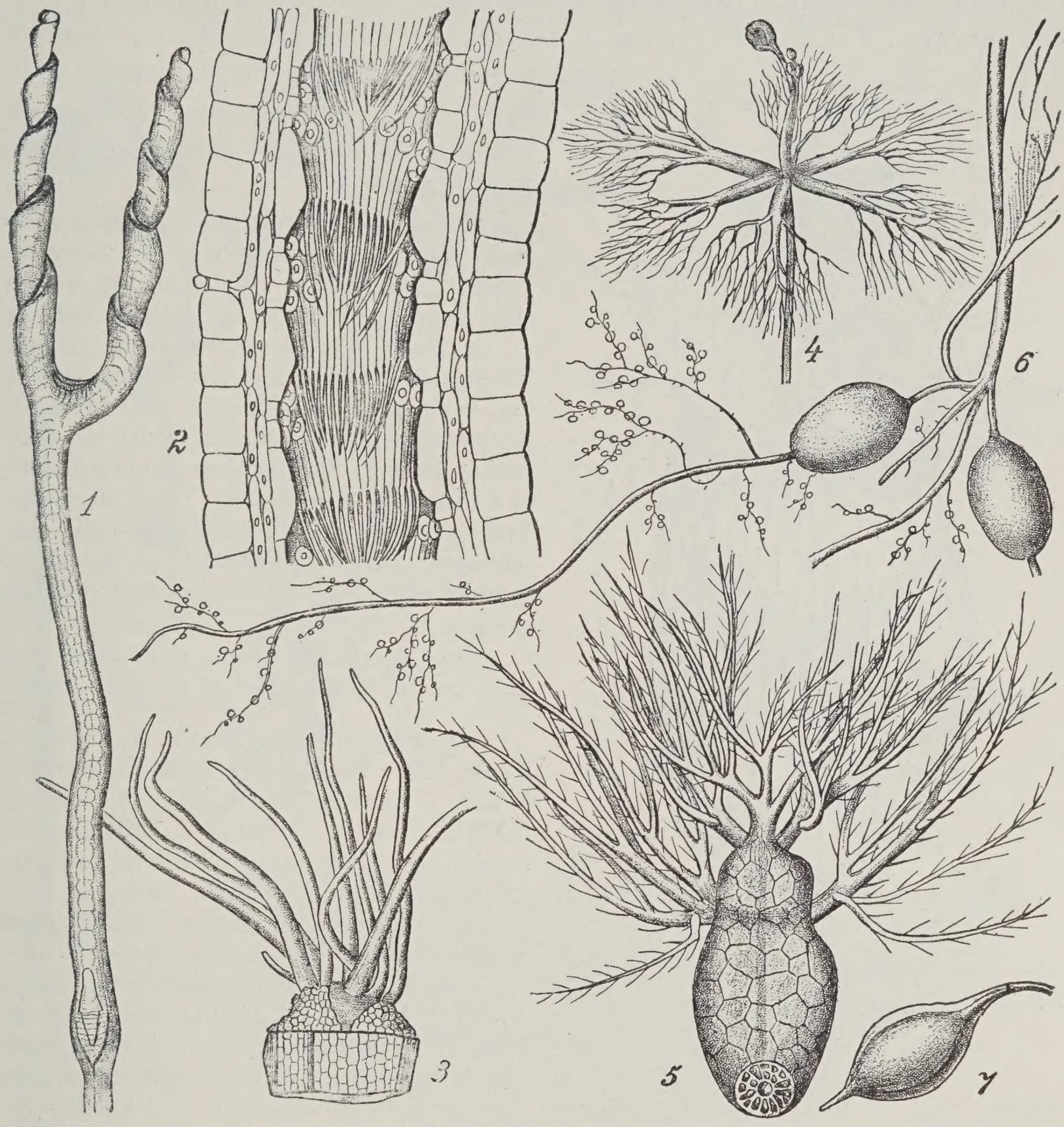


Abb. 555. *Lentibulariaceae.* — Fig. 1. Schlauchblatt von *Genlisea ornata.* — Fig. 2. Stück eines Längsschnittes davon. — Fig. 3. Keimling v. *Utricularia vulgaris* mit Primärblättern. — Fig. 4. Oberster Teil eines blühenden Sprosses von *U. inflata* mit dem Kranze v. Schwimmblättern. — Fig. 5. Schwimmblatt von *U. stellaris.* — Fig. 6. Basaler Teil einer *U. montana.* — Fig. 7. Zwischenform zwischen einem Laubblatte und einem Knollen von *U. montana.* — Fig. 4, 6 u. 7. nat. Gr., 1—3 u. 5 vergr. — 1—5 nach Goebel, 6 u. 7. Original.

Artenreiche Gattungen: *Gerardia* (Amerika), *Striga* (Tropen der Alten Welt), *Castilleja* (besonders Nordamerika), *Melampyrum*, Wachtelweizen (Europa, Asien), *Euphrasia*, Augentrost (extratropisch), *Alectorolophus*, Klappertopf (Europa, Asien, Nordamerika), *Pedicularis*, Läusekraut (Europa, Asien, Amerika, Anden von Südamerika), durchwegs Halbparasiten. — Parasiten mit reduzierten Stengelblättern: *Lathraea*, Schuppenwurz[65]);

[65]) Vgl. besonders Heinricher E., Biolog. Stud. an der Gttg. *Lathraea*. Ber. d. deutsch. bot. Ges., XI., 1896.

L. Squamaria in Europa und Asien auf den Wurzeln von Holzpflanzen (vgl. Abb. 554), *L. Clandestina* im westlichen und südlichen Europa, *Harveya* (Südafrika), *Hyobanche* (Südafrika).

10. Familie: ***Lentibulariaceae***[66]). (Abb. 555 bis 557.) Den Scrophulariaceen sehr ähnlich, von ihnen insbesondere verschieden durch den einfächerigen Fruchtknoten mit zentraler Plazenta. Blüten deutlich zygomorph, 2lippig mit gespornter Unterlippe. Zwei Staubgefäße. Vielsamige Kapseln. Samen ohne oder mit geringem Nährgewebe.

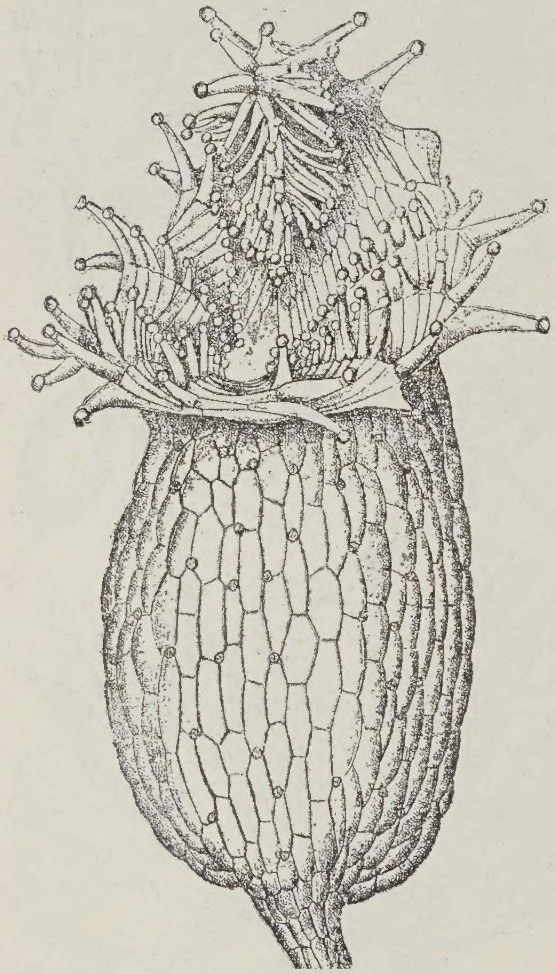


Abb. 556. *Lentibulariaceae.* — Blase von *Utricularia rosea.* — Stark vergr. — Nach Goebel.

Die Familie wurde früher den *Primulales* angeschlossen, hauptsächlich der zentralen Plazentation halber. Diese Ansicht erhielt eine Bestätigung durch die Angabe, daß die *L.* (im Gegensatz zu den meisten anderen Tubifloren) nukleäre Endospermbildung haben und insbesondere in jüngster Zeit durch den Nachweis, daß *Primula*-Serum stark mit *Utricularia* reagiert.[67]) Trotzdem kann ich mich in Anbetracht der ganzen morphologischen Verhältnisse nicht zu dieser Umstellung entschließen. Die Angabe betreffend die Endospermbildung hat sich übrigens als irrtümlich erwiesen.[68])

Die Lentibulariaceen sind durchwegs krautige, im Wasser oder an feuchten Stellen

[66]) Kamieński F. in E. P., IV. 3b, S. 108, 1891; Nachtr. III, S. 316; Nachtr. IV, S. 279. — Derselbe, *Lentib.* afric. Bot. Jahrb., XXXIII., 1902. — Goebel K., Pflanzenbiol. Schild., II. 1., 1891; Morphol. u. biol. Bemerkg. 15. Regeneration bei *Ultric.*, Flora, 93. Bd., 1904. — Tieghem Ph. v., Sur l. nod. nourric. d. placente des *U.* Bull. mus. Paris, 1900. — Meister F., Beitr. z. Kenntn. d. eur. Arten d. Gattg. *Utric.* Mem. Herb. Boiss., 1900. — Ule E., Versch. Beob. v. Gebiete der baumbew. *Utricularia.* Ber. d. deutsch. bot. Ges., XVIII., 1900. — Meierhofer H., Beitr. z. Anat. u. Entwicklungsgesch. d. *Utric.*-Blasen. Flora, 90. Bd., 1902. — Stapf O., *Lentib.* in Flora Capens., IV., 1904 und Flora trop. Afr., IV. 2., 1906. — Glück H., Biol. u. morphol. Unters., II. 1906. — Velenovský J., Vergleich. Morphologie d. Pflanzen, II. 1907. — Sylvén N., Die Genliseen u. Utric. des Regnellschen Herb. Ark. f. Bot., VIII., 1908. — Compton R. H., The morph. and anat. of *Utric. brachiata*, N. Phytol., VIII., 1909. — Luetzelburg Ph. v., Beitr. z. Kenntn. d. Utric. Flora, 100. Bd., 1910. — Gislén T., Beitr. z. Anat. d. Gttg. *Utric.* Ark. f. Bot., 1917. — Hoehne F. C. und Kuhlmann J. G., Utricul. do Rio Janeiro etc., Mem. d. Instit. d. Butantan, I., 1918. — Merl E. M., Biol. Stud. üb. die *Utricul.*-Blase. Flora, N. F., 15. Bd., 1922. — Czaja A. Th., Die Fangvorr. d. *Utricul.*-Blase. Zeitschr. f. Bot., XIII., 1922.

[67]) Malligson F., Sero-diagn. Unters. üb. d. Verw. innerh. d. Centrosperm.-Astes. Bot. Arch., I., 1922.

[68]) Samuelsson G., Stud. üb. d. Entw. d. Bl. einig. *Bicornes.* Sv. bot. Tidskr., VII., 1913. — Merl E. M., Beitr. z. Kenntn. d. *Utric.* u. *Genlis.* Flora, N. F., VIII., 1915. — Schnarf K., Zur Entw. v. *Plantago.* Sitzber. Akad. Wiss. Wien, 126. Bd., 1917.

wachsende Pflanzen mit interessant gestalteten Blättern, die dem Tierfange dienen und mit vielfach sehr bemerkenswerten morphologischen Verhältnissen. Keimling mit 1 (*Pinguicula*), 2 (*Utricularia*-Arten) oder ohne morphologisch differenzierte Keimblätter. Wurzeln nur bei *Pinguicula*, sonst fehlend. Blätter bei *Pinguicula* einfach, mit meist eingerolltem Rande, reichlich mit Drüsenhaaren besetzt, deren Sekrete den Tierfang ermöglichen und bei der

Abb. 557. *Lentibulariaceae.* — Fig. 1—4. *Utricularia vulgaris*; Fig. 1 blühende Pflanze; Fig. 2 Blattstück mit „Blasen"; Fig. 3 eine einzelne Blase; Fig. 4 dieselbe längs durchschn., etwas schematisiert. — Fig. 5. *Pinguicula vulgaris.* — Fig. 6. Blüte davon. — Fig. 1 u. 5 nat. Gr., 2 u. 6 wenig, 3 u. 4 stärker vergr. — Fig. 3 u. 4 nach Kerner, 1, 2, 5 u. 6 Original.

Auflösung der Eiweißkörper der Tiere mitwirken. *Genlisea* (Abb. 555, Fig. 1) besitzt spatelförmige Assimilationsblätter und außerdem Schlauchblätter (Tierfallen). Die größte Mannigfaltigkeit herrscht bei *Utricularia.* Die landbewohnenden Formen haben oft ungeteilte Assimilationsblätter, die wasserbewohnenden ± feingeteilte Blätter, welche blasenförmige Schläuche tragen; doch auch bei landbewohnenden Formen finden sich schlauchtragende Blätter, besonders an unterirdischen Stolonen. Bei wasserbewohnenden Formen entwickeln sich auch nicht selten Luftblätter und Wasserblätter. An den

Inflorenszenzstielen der Wasser-Utricularien finden sich mitunter Schwimmorgane (Abb. 555, Fig. 4 u. 5). Bei landbewohnenden Arten kommen knollenförmige Organe als Reservestoff-(Wasser-)Behälter, manchmal auch als vegetative Fortpflanzungsorgane zur Entwicklung. Die Fähigkeit der vegetativen Fortpflanzung durch blattbürtige Sprosse ist sehr verbreitet. Die „Blasen" sind Tierfallen; sie besitzen meist eine ventilartige Klappe an der Öffnung und an dieser, sowie an der Innenseite, Trichome. Die ersteren dienen der Anlockung der Tiere, die letzteren stehen mit der Ernährung im Zusammenhang. Die Verwertung der Tierleiber zur Ernährung geschieht durch ein ausgeschiedenes Enzym; die demselben beigemengte Benzoësäure dient der Abwehr von Mikroorganismen. Form und Bau der „Blasen" ist außerordentlich mannigfaltig (vgl. Abb. 556, und Abb. 557, Fig. 3 u. 4).

Insektenbestäubung; kleistogame Blüten bei einzelnen *Utricularia*-Arten. Reizbare Narben bei *Utricularia*.

Pinguicula[69]), Fettkraut; nur erdbewohnend, in den nördlich-extratropischen Gebieten; in Europa *P. vulgaris*, *P. alpina* u. a. — *Genlisea*. Sumpfpflanzen; tropisches Amerika und Afrika. — *Utricularia*, Wasserschlauch. Artenreichste, weit verbreitete Gattung. Land- oder wasserbewohnend, auch epiphytisch, einzelne Arten in den Wasseransammlungen der Bromeliaceen und Eriocaulaceen. — Ähnlich *Biovularia* (Brasilien). — *Polypompholyx*.

11. Familie: **Orobanchaceae**[70]). (Abb. 558.) Den Scrophulariaceen (besonders *Hyobanche*, *Harveya*) nahestehend und wohl von ihnen abzuleiten; verschieden durch den 2blättrigen, aber 1fächerigen Fruchtknoten mit 2—4 wandständigen Plazenten (Abb. 544, Fig. 6). Nicht grüngefärbte parasitische Kräuter mit schuppenförmigen Blättern und endständigen razemösen Infloreszenzen (seltener Einzelblüten). Staubgefäße 4. Fruchtknoten oberständig. Kapseln. Samen mit ungegliedertem Embryo und Nährgewebe.

Immer den Wurzeln der Nährpflanzen aufsitzend und in diese Haustorien treibend. Parasitismus bei manchen Arten streng spezialisiert, bei anderen (z. B. *O. ramosa*) nicht. Insektenbestäubung; bei einzelnen Arten kleistogame Blüten im unteren Teile der Pflanze.

Artenreichste Gattung: *Orobanche*, Sommerwurz. In Europa *O. ramosa*, besonders schädlich auf Tabak und Hanf, *O. minor* auf Papilionaceen (Klee!), *O. alba* auf Labiaten, *O. lutea* und *O. gracilis* auf Papilionaceen, *O. lucorum* auf *Berberis* usw. — *Cistanche*, *Phelipaea*.

12. Familie: **Gesneriaceae**[71]). (Abb. 559 u. 560.) Kräuter, seltener Holzpflanzen mit zumeist gegenständigen, ungeteilten Blättern. Blüten

---

[69]) Vgl. Schindler J. in Österr. bot. Zeitschr., LVII. u. LVIII., 1907 u. 1908.

[70]) Beck G. v. in E. P., IV. 3b, S. 123, 1891; Nachtr. III, S. 316; Nachtr. IV, S. 280. — Beck G. v., Monographie der Gattg. *Orobanche*, 1890; *Orob.* novae, Repert. spec. nov. XVIII. Bd., 1922. — d'Ascensão Guimarães J., Monogr. d. Orob. Broteria, III., 1904. — Bernard Ch., Sur l'embryogénie de quelqu. pl. paras. Journ. de Bot., XVII., 1903. — Boeshore, The morph. contin. of *Scroph.* and *Orob.* Contrib. Bot. Lab. Univ. Pensylv., V., 1920.

[71]) Fritsch K. in E. P., IV. 3b, S. 133, 1893; Nachtr. III, S. 317; Nachtr. IV, S. 280. — Rechinger C., Vergleich. Unters. üb. d. Trich. d. Gesn. Öst. bot. Zeitschr., 1899. — — Fritsch K., Beitr. z. Kenntn. d. Gesn. Brasil., Bot. Jahrb., XXIX., 1900 u. XXXVII., 1906; Die Keimpflanzen der Gesn., Jena 1904; Über das Vork. v. Cystolithen bei *Klugia*, Wiesner-Festschr., S. 412, 1908; Beitr. z. Kenntn. d. *Gesn.*, Bot. Jahrb., L., 1913; Gesn.-Stud., Öst. bot. Zeitschr., LXV., 1915. — Rydley H. N., Note on the foliar org. of *Monophyllaea*. Ann. of Bot., XX., 1906. — Figdor W., Über d. Einfl. d. Lichtes auf die Keimg. d. Samen. Ber. d. deutsch. bot. Ges., XXV., Nr. 10, 1907. — Beddome R. H., *Gesn.* Annot. of list of genera usw. Journ. roy. hort. Soc., XXXIII., 1908. — Wonisch F., Die Sekretgänge v. *Monophyllaea* usw., Öst. bot. Zeitschr., LIX., 1909; Üb. d. Gefäßb.-Verl. b. d. Cyrt., Sitzb. d. Wiener Akad., CXVIII., 1909. — Solereder H., Zur System. einig. Gesn.-Gattg.

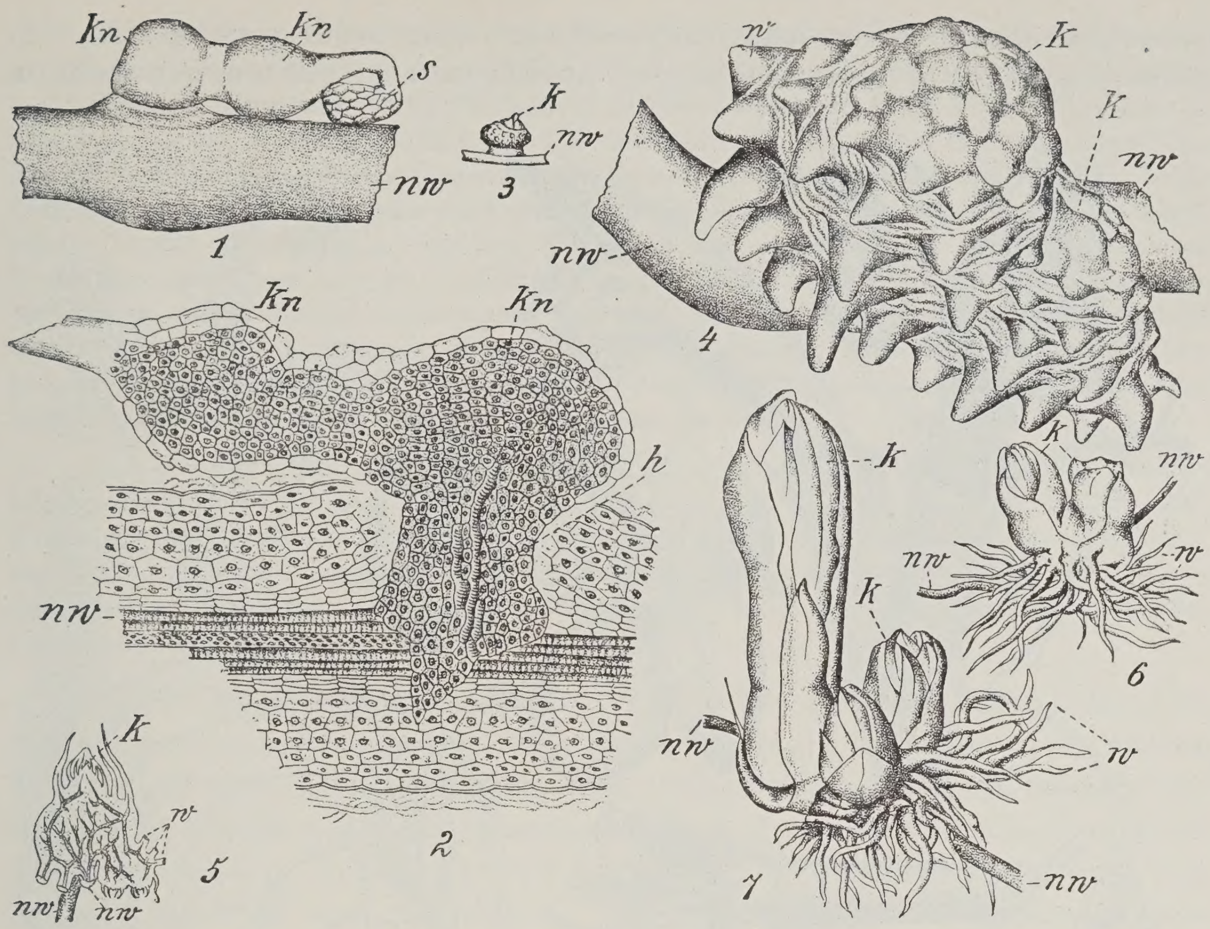
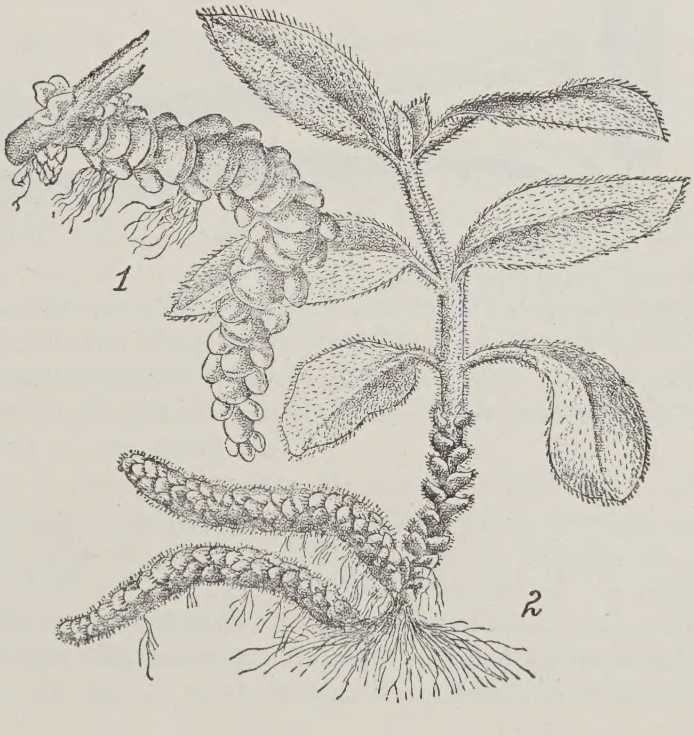


Abb. 558. *Orobanchaceae.* Keimung, Entwicklung und Haustorienbildung von *Orobanche speciosa.* — Fig. 1. Keimling mit Knollenbildung (*kn*), *s* Testa, *nw* Nährwurzel. — Fig. 2. Dasselbe, längs durchschn., *h* Haustorium. — Fig. 3. Weiterentwicklung des Knöllchens zum Sproß, *k* Knospe, *nw* Nährwurzel. — Fig. 4. Ein ähnliches Stadium mit Sproßanlagen *k*, *w* Wurzelanlagen. — Fig. 5. Ein ähnliches Stadium längs durchschn. — Fig. 6 u. 7. Etwas ältere Stadien, die Sprosse beginnen heranzuwachsen. — Fig. 3, 5, 6, 7 nat. Gr.; 4 12fach, 1 25fach, 2 65fach vergr. — Nach L. Koch.

Abb. 559. Zwiebelsprosse von Gesneriaceen. — Fig. 1. *Kohleria eriantha.* — Fig. 2. *K. digitaliflora.* — Verkl. — Fig. 1 nach Bot. Mag., Fig. 2 nach K. Fritsch.



---

einzeln oder in meist zymösen Infloreszenzen. Blüte zygomorph mit pentamerem Kelche u. ebensolcher Korolle. Staubgefäße 4 (didynam)

Beih. bot. Zentralbl., Abt. 2, XXIV., 1909. — Schnarf K. Kl. Beitr. z. Entw. d. Angiosp. II., Oest. bot. Zeitschr., 1921. — Laurent V., Zur Entw.-Gesch. v. *Corytholoma.* Sv. bot. Tidskr., VII., 1923.

oder 2, überdies 1—3 Staminodien. Fruchtknoten ober- oder ± unterständig, 2blättrig, 1fächerig (nur selten ± 2- bis 4fächerig), mit marginalen, in

Abb. 560. *Gesneriaceae.* — Fig. 1. Blütensproß v. *Trichosporum Lobbianum.* — Fig. 2. Blüte davon, längs durchschn. — Fig. 3. Blüte v. *Streptocarpus Rexii.* — Fig. 4. Gynöceum davon, Frkn. längs durchschn. — Fig. 5. Unreife Fr. davon. — Fig. 6. *Monophyllaea Horsfieldii.* — Fig. 7. Bl. davon. — Fig. 8. Fruchtkelch mit Keimlingen davon. — Fig. 9. Bl. v. *Gesneria libanensis.* — Fig. 10. Blüte v. *Saintpaulia ionantha.* — Fig. 2 u. 5 nat. Gr., Fig. 6 verkl., alle übrig. etw. vergr.; die Sternchen bei Fig. 3 u. 10 deuten die der Achse zugewendete Seite der Blüte an. — Original.

das Innere des Fruchtknotens vorspringenden Plazenten (Abb. 544, Fig. 7—9, 13). Kapseln oder Beeren. Nährgewebe fehlend oder vorhanden.

Den Scrophulariaceen und Orobanchaceen nahe stehend, wohl in genetische Beziehungen zu jenen zu bringen, hauptsächlich von ihnen durch den einfächerigen Fruchtknoten verschieden.

Die vegetativen Organe vieler Arten bieten interessante morphologische Verhältnisse; so Anisokotylie (nicht selten), Anisophyllie (*Sinningia*-Arten, *Loxonia*, *Cyrtandra*, *Columnea* u. a.), Rhizomknollen (bes. bei Epiphyten und felsenbewohnenden Arten d. Gatt. *Corytholoma*, *Sinningia* u. a.), beschuppte Stolonen („Zwiebelsprosse", vgl. Abb. 559) als vegetative Fortpflanzungsorgane bei *Smithiantha*, *Kohleria* u. a. Vollständiges Unterbleiben der Laubblattbildung und Heranwachsen eines der beiden Keimblätter zu einem großen Assimilationsorgane[72]) mit andauerndem basalen Wachstum bei *Monophyllaea*, *Streptocarpus*-Arten (Sekt. *Eustreptocarpus*, Gruppe *Unifoliati*) u. a. Bei diesen Formen stehen die Infloreszenzen am Grunde dieses Assimilationsorganes und sind entweder bloß Axillarsprosse (eventuell vermehrt durch Beisprosse) oder Haupt- und Axillarsprosse. — Entomogamie und Ornithogamie. Viviparie bei *Monophyllaea*. Samenverbreitung nicht selten durch den Wind. Geokarpische Krümmungen an den Fruchtstielen von *Saintpaulia*.

Tropen und Subtropen beider Hemisphären; in Europa nur *Ramondia* und *Haberlea* (*R. Myconi* in den Pyrenäen, 3 *R.*-Arten und *H. rhodopensis* auf der Balkanhalbinsel). Viele Arten beliebte Zierpflanzen, besonders in Gewächshäusern, so *Sinningia speciosa* („Gloxinia" der Gärtner) aus Südamerika, *Saintpaulia ionantha*, das „Usambara-Veilchen" (Ostafrika), *Streptocarpus polyanthus* (Kap), Arten der Gattungen *Trichosporum*, *Achimenes*, *Smithiantha*, *Cyrtandra*, *Didymocarpus* u. a.

13. Familie: ***Bignoniaceae***[73]). (Abb. 561 u. 562.) Holzpflanzen, nur selten Stauden mit in der Regel dekussierten, zusammengesetzten Blättern. Blüten meist ansehnlich, in razemösen oder zymösen Infloreszenzen; Kelch und Korolle pentamer. Staubgefäße 4, 2mächtig; das 5. Staubgefäß meist staminodial. Fruchtknoten oberständig, 2blättrig, 2fächerig (nur selten 1fächerig) mit zahlreichen, der Scheidewand aufsitzenden Samen (Abb. 544, Fig. 10). Frucht kapselartig und dann lukolizid oder septizid aufspringend, wobei die Klappen sich von der Scheidewand ablösen, oder saftig, nicht aufspringend. Samen ohne Nährgewebe, sehr häufig geflügelt.

Den Scrophulariaceen nahe stehend, von ihnen durch die nährgewebslosen Samen und durch den Bau der reifen Frucht verschieden. Den Gesneriaceen ferner stehend, von ihnen schon habituell durch die meist holzigen Stämme und die zusammengesetzten Blätter, dann aber durch den Fruchtknotenbau abweichend.

Viele Lianen mit windenden Stämmen, mit Haftwurzeln oder Ranken. Letztere sind Blattranken, welche die Stütze umschlingen („Fadenranken") oder mit vogelkrallenartigen Endteilen („Krallenranken") oder mit Haftscheiben („Haftscheibenranken") sich befestigen. Abnorme Holzstruktur besonders bei den Lianen, und zwar im Querschnitte sternförmig erscheinende Holzkörper mit in diesen einspringenden Leptomplatten oder vollständige Zerklüftung des Holzkörpers in radial angeordnete Partien oder Auftreten

---

[72]) Über Bau und Regeneration dieser Organe vgl.: Pischinger F., Über Bau und Regen. d. Assimil.-App. v. *Streptocarpus* usw. Sitzb. d. Wiener Akad., mat.-naturw. Kl., Bd. 111, 1902. — Figdor W., Üb. Restitutionsersch. an Bl. v. Gesn. Jahrb. f. wissensch. Bot., XLIV., 1907. — Goebel K., Einl. in die exp. Morph., S. 216, 1908 u. die dort zitierte Literatur.

[73]) Schumann K. in E. P., IV. 3b, S. 189, 1894; Nachtr. III, S. 320; Nachtr. IV, S. 280. — Terraciano A., La biologia e la struttura fiorale della *Jacaranda ovalifolia* in rapp. con altre Bignon. in Borzí, Contrib. Biol., Vol. II., fasc. 3., 1904. — Ule E., Blüteneinr. v. *Amphilophium*. Ascherson-Festschr., 1904. — Winkler Hubert, Bemerk. üb. d. veget. Verh. einiger Bign. Ber. d. deutsch. bot. Ges., XXIII., 1905. — Annibale E., Contrib. allo studio d. Bign. mirmecof. e acarofil. Boll. Soc. Nat. Napoli, XXI., 1907 u. 1908. — Urban J., Über Ranken und Pollen d. *B.*, Ber. d. deutsch. bot. Ges., XXXIV., 1916.

konzentrischer sekundärer Holzringe. Zweilappige, bei Berührung sich schließende Narben sehr häufig. Wasserkelche bei *Spathodea*, *Heterophragma*, *Crescentia* u. a. Extraflorale Nektarien, besonders an den Kelchen, häufig. Entomogamie allgemein, auch Ornithogamie. Kleistopetale Blüten bei *Amphilophium*. Bei den septizid aufspringenden Kapseln löst sich sehr häufig ein rahmenartiger Gewebestreifen am Rande der Scheidewand ab (Replum). Die häutigen Flügel der meisten Samen fungieren als Verbreitungsmittel.

Verbreitet in den Tropen beider Hemisphären; relativ weit in das nördlich-extratropische Gebiet dringen vor: *Catalpa bignonioides* (östliche Vereinigte Staaten von Nordamerika), *C. Kaempferi* (Japan), *Campsis radicans* (= „*Tecoma radicans*“, östliche Ver-

Abb. 561. *Bignoniaceae*. — Fig. 1. Blüte v. *Clytostoma calystegioides*. — Fig. 2 u. 3. Korolle v. *Petastoma samydoides*, längs durchschn. u. aufgeschn.; *st* Staminodium. — Fig. 4 u. 5. *Jacaranda paucifoliolata*; Fig. 4 Blüte längs durchschn., Fig. 5 Staminodium. — Fig. 6. Staminodium v. *Jacaranda oxyphylla*. — Fig. 7. Ranke mit Haftscheiben von *Glaziowia bauhinioides*. — Fig. 8. Blätter mit Krallenranken von *Macfadyena dentata*. — Fig. 5 u. 6 vergr., sonst nat. Gr. — Nach Bureau u. Schumann.

einigte Staaten von Nordamerika), *C. grandiflora* (Japan), *Incarvillea* (Ostasien). Die genannten *Catalpa*-Arten („Trompetenbaum“) sind beliebte Zierbäume, die *Campsis*-Arten beliebte Kletterpflanzen (Wurzelkletterer); *Incarvillea*-Arten (*I. grandiflora*, *Delavayi*, *Olgae*) schönblühende Stauden in Gärten. — Viele Arten giftig; nicht wenige finden bei den Bewohnern der betreffenden Verbreitungsgebiete medizinische Verwendung. — Nutzhölzer liefern: *Jacaranda*-Arten („Jacarandaholz“ oder „Palisanderholz“ — Südamerika), *Tecoma Leucoxylon* („grünes Ebenholz“ — Zentral- und Südamerika), *Tecomella undulata* (Südasien) u. a. — *Tabebuia cassinoides* (Brasilien) liefert leichtes Korkholz; aus den harten Fruchtschalen von *Crescentia Cujete* (Zentral- und Südamerika) und von anderen Arten der Gattung werden Gefäße erzeugt („Calabassenbaum“).

Im Anschlusse an die *Gesneriaceae* und *Bignoniaceae* seien hier die kleinen Familien der (14.) **Pedaliaceae** [74]) (Abb. 563) und (15.) **Martyniaceae**[75]) (Abb. 564) erwähnt, von denen die ersteren den *Bignoniaceae*, die letzteren den *Gesneriaceae* nahe stehen.

Die Pedaliaceen unterscheiden sich von den Bignoniaceen durch den meist krautigen Stamm, durch die nicht zusammengesetzten Blätter und durch die häufig weitergehende Fächerung des Fruchtknotens (Auftreten sogenannter falscher Scheidewände). Haupt-

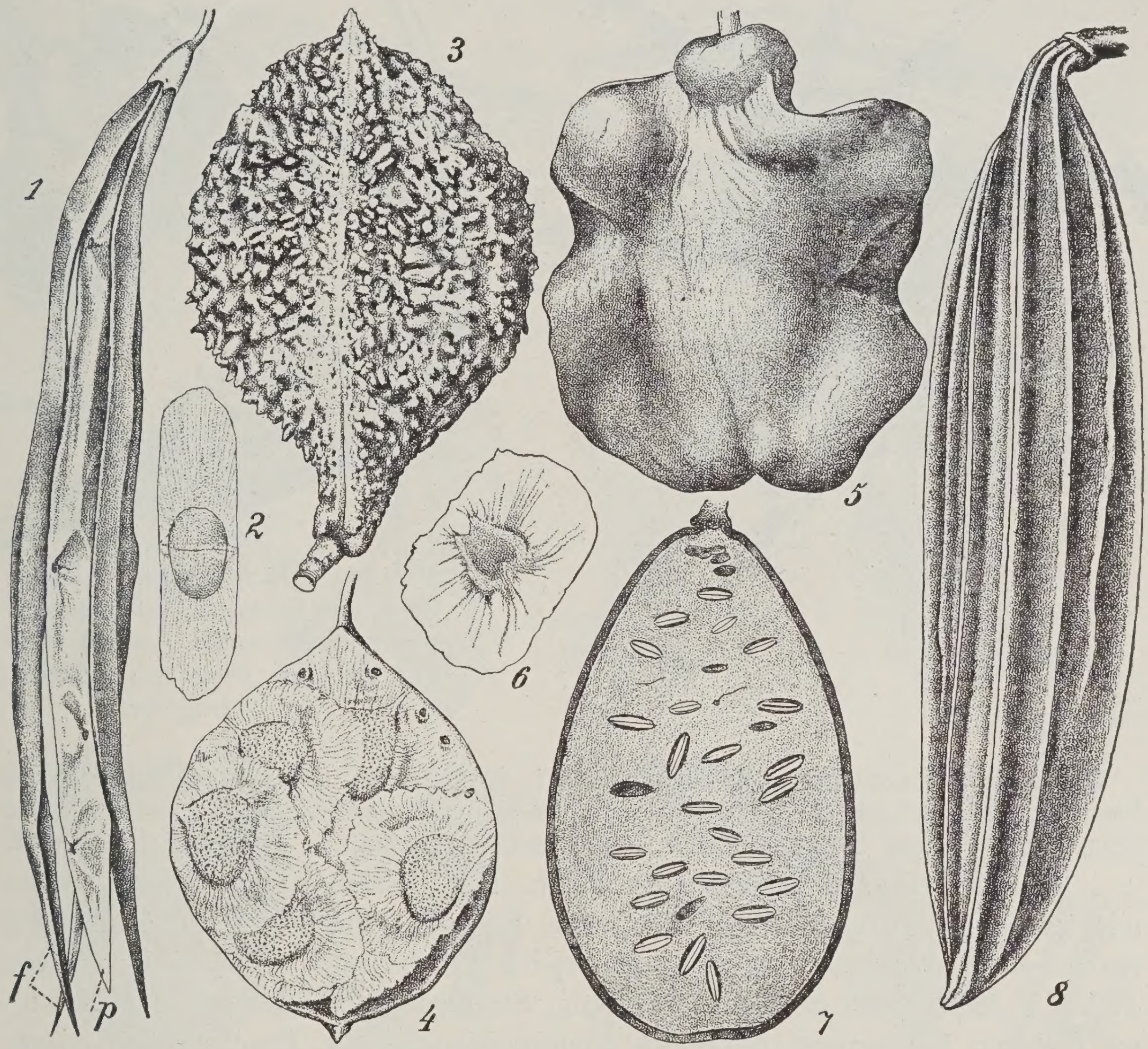


Abb. 562. *Bignoniaceae*. — Fig. 1. Reife Frucht v. „*Bignonia fraxinifolia*", *p* Scheidewand, *f* Klappen. — Fig. 2. Samen davon. — Fig. 3. Fr. v. *Zeyheria montana*. — Fig. 4. Dieselbe nach Abheben einer Fruchtwandhälfte, die Scheidewand und die Samen zeigend. — Fig. 5. Fr. v. *Jacaranda brasiliana*. — Fig. 6. Samen davon. — Fig. 7. Fr. v. *Crescentia*, längs durchschn. — Fig. 8. Fr. v. *Cybistax antisyphilitica*. — Fig. 1, 2 etwas vergr., Fig. 3—8 etwas verkl. — Original.

verbreitungsgebiet: Afrika, Südwestasien, Australien. Xerophyten und Strandpflanzen. — *Sesamum indicum*, Sesam (ursprüngliche Heimat unbekannt), verbreitete Kulturpflanze

---

[74]) Stapf O. in E. P., IV. 3b, S. 253, 1895; Nachtr. III, S. 320.

[75]) Stapf O. in E. P., IV. 3b, S. 265, 1895. — Starki V., Some notes on *Martynia*. Ohio natur., VI., 1906. — Anderson F., The developm. of the fl. and embr. of *Martynia*. Bull. Torr. Bot. Cl., 49., 1922.

der Tropen, Sesamöl aus den Samen. — *Harpagophytum* (Südafrika) mit großen Klettfrüchten (Abb. 563).

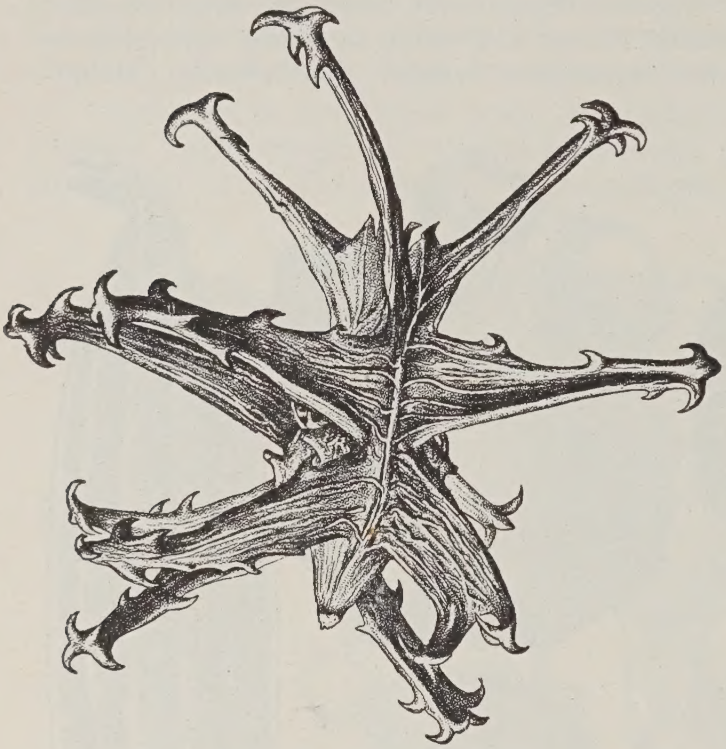


Abb. 563. *Pedaliaceae.* — Frucht von *Harpagophytum procumbens.* — Nat. Gr. — Original.

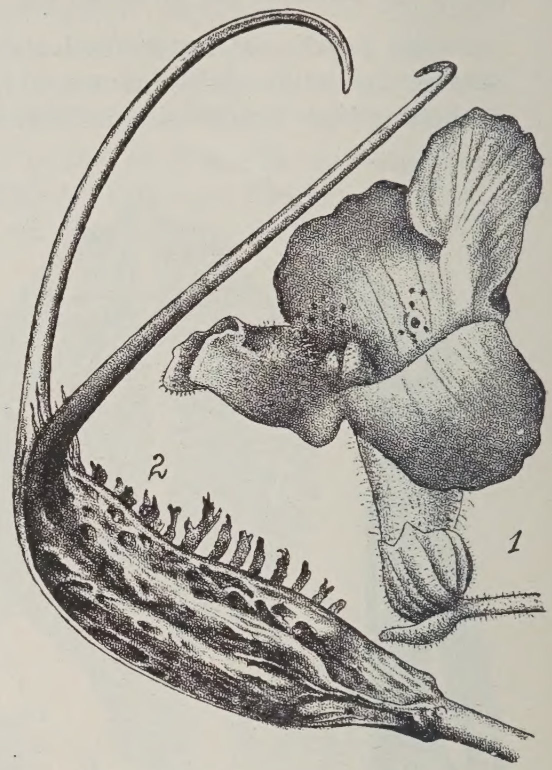


Abb. 564. *Martyniaceae.* — Fig. 1. Blüte von *Proboscidea fragrans.* — Fig. 2. Frucht von *P. Jussieui*, nach Abfaulen des Perikarps. — Nat. Gr. — Original.

Die Martyniaceen (Abb. 564 u. 544, Fig. 11) unterscheiden sich von den Gesneriaceen besonders durch die gehörnten Kapselfrüchte, welche durch die erhärtenden Plazenten 4- bis 5kammerig werden. Tropisches und subtropisches Amerika. — *Martynia, Proboscidea.*

16. Familie: ***Acanthaceae***[76]). (Abb. 565.) Kräuter oder Holzpflanzen mit gegenständigen, meist einfachen Blättern. Blüten in zymösen oder razemösen Infloreszenzen, zygomorph. Kelch und Korolle 5-, selten 4blättrig, letztere oft deutlich zweilippig. Staubgefäße 4 oder 2 (nur selten 5), im ersteren Falle meist didynam. Staminodien häufig. Fruchtknoten oberständig, 2fächerig, in jedem Fache mit 2 (seltener mehr oder 1) Samenanlagen (Abb. 544, Fig. 12). Lokulizide Kapseln (selten Steinfrüchte), häufig mit hakenförmigen Auswüchsen des Funiculus (Jakulatoren). Nährgewebe fehlt.

---

[76]) Lindau G. in E. P., IV. 3b, S. 274, 1895; Nachtr. III, S. 321; Nachtr. IV, S. 284. — Tschouproff O., Anat. syst. des A., Bull. d. l'herb. Boiss., Vol. III., 1895; Tract. du bois ax. chez *Mendoncia*, l. c., Vol. V., 1897. — Friedrich H. A., Beitr. z. Blattanat. der Acanthac. Diss. Heidelberg, 1901. — Schaffnit E., Beitr. z. Anat. d. Acanth.-Samen. Beih. z. bot. Zentralbl., XIX., Abt. 1, 1906. — Holm Th., *Ruellia* and *Dianthera*, anat. study. Bot. Gaz., XLIII., 1907. — Tieghem Ph. v., Struct. d. pist. et de l'ovule etc., Ann. sc. nat., sér. 9., Bot., VII., 1908; Restaur. d. g. Hexacentre d. l. fam. nouv. d. Thunbergiacées, l. c., 1908; Rel. entre la product. d. Cystol. et la form. d. l. rég. stélique etc., Journ. de Bot., 1908; Struct. de l'ovule et direct. d. l'embr., l. c., 1908. — Hartmann A., Zur Entw. u. Biol. d. *A.* Flora, N. F., 16. Bd., 1923.

Von histologischen Eigentümlichkeiten ist insbesondere das häufige Vorkommen von Zystolithen in der Epidermis oder im Parenchym hervorzuheben. Intraxyläres und interxyläres Phloëm bei einigen Gattungen; bei *Acanthus* markständige Gefäßbündel; bei den Lianen Zerklüftung des Holzkörpers.

Eine Familie, die auf der einen Seite Beziehungen zu den vorhergehenden (besonders *Bignoniaceae* und *Scrophulariaceae*), auf der anderen Seite solche zu den folgenden Familien

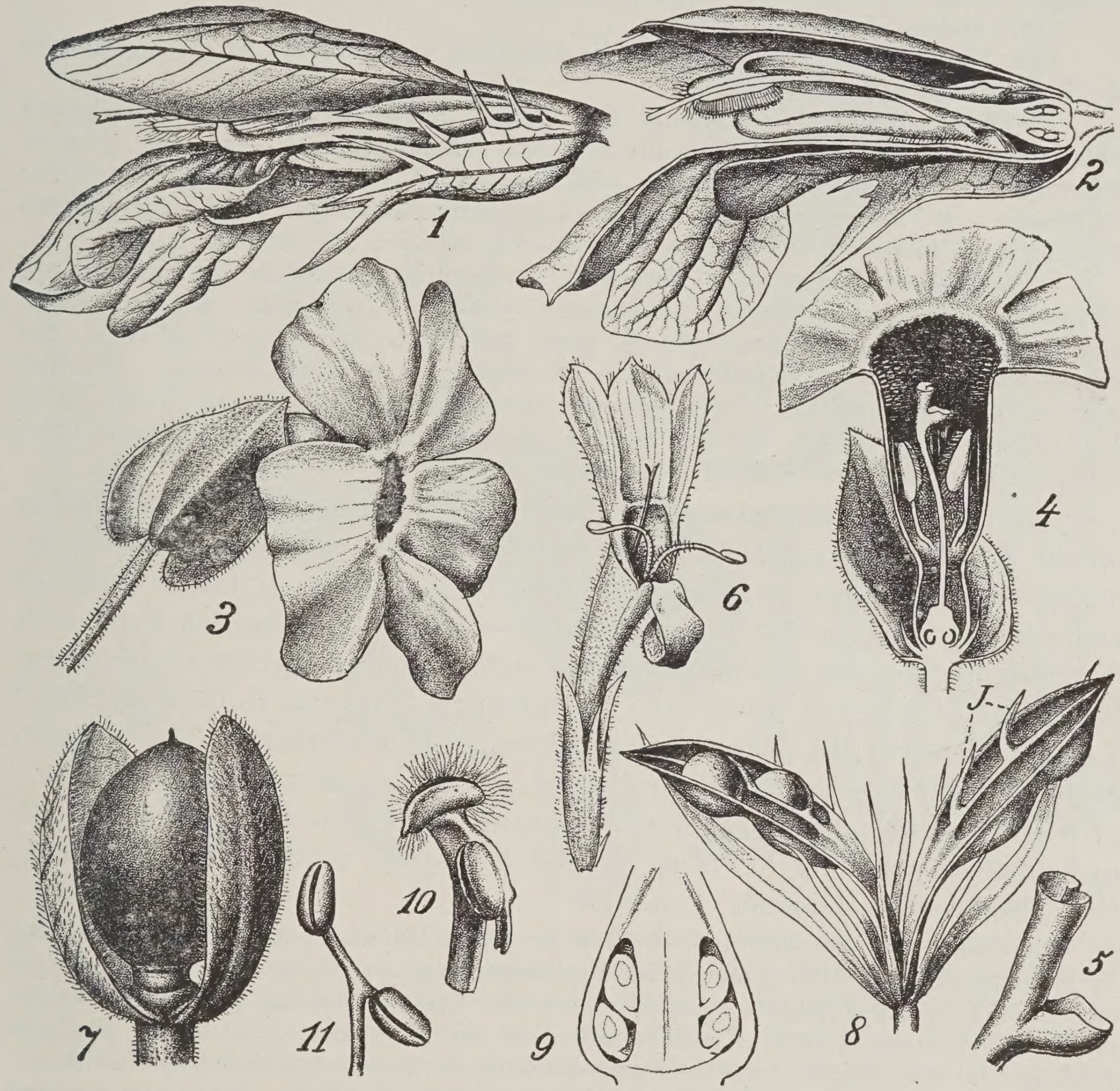


Abb. 565. *Acanthaceae.* — Fig. 1. Blüte von *Acanthus mollis*; Fig. 2 dieselbe längs durchschn. — Fig. 3—5. *Thunbergia alata*; Fig. 3 Blüte; Fig. 4 basaler Teil derselben, längs durchschn.; Fig. 5 Narbe. — Fig. 6. Blüte von *Hypoestes socotrana.* — Fig. 7. Fr. v. *Mendoncia Sellowiana.* — Fig. 8. Fr. v. *Justicia reflexiflora*; *J* Jakulatoren. — Fig. 9. Längsschn. durch den Fruchtknoten von *Acanthus mollis.* — Fig. 10. Anthere von *Salviacanthus Preussii*, Fig. 11 von *Justicia Beyrichii.* — Alle Fig. vergr. — Fig. 10 u. 11 nach Lindau in Engl. u. Prantl; Fig. 1—9 Original.

(*Verbenaceae*, *Labiatae*) aufweist, jedoch zu keiner derselben in nähere Verbindung zu bringen ist.

Einzelne Gattungen enthalten Lianen mit windenden Stämmen (*Mendoncia*, *Thunbergia*). Geteilte dornige Blätter bei Xerophyten. Von den beiden Antherenfächern ist häufig eines reduziert. Ebenso verkümmert manchmal einer der beiden Narbenlappen. Pollenkörner sehr mannigfaltig und für die systematischen Gruppen charakteristisch.

Entomogamie und Ornithogamie. Kleistogame Blüten bei *Ruellia-*, *Eranthemum-*, *Blechum-*Arten u. a. Reizbare Narbenlappen bei *Strobilanthes anisophyllus* und *Hemigraphis colorata*, reizbare Griffel bei anderen *Strobilanthes*-Arten; Ausbildung von Futterkörpern, die von Ameisen gefressen werden, am Kelche von *Thunbergia*-Arten. Die Verbreitung der Samen wird durch Schleudereinrichtungen an den Früchten (wobei die Jakulatoren mitwirken) oder durch besondere Ausbildung der Samenschale (Schleimhaare, Hakenhaare, Schuppen u. dgl.) gefördert. Mikropylarhaustorien bei *Acanthus*.

Vorherrschend Tropenbewohner.

Van Tieghem hat in neuerer Zeit die Familie in zwei Familien geteilt, welche hier als Unterfamilien angeführt sind.

A. ***Thunbergioideae.*** Scheidewand der Frucht ungeteilt, sich von den Klappen lösend. Samen ohne deutlichen Funiculus und ohne Jakulatoren. — *a*) *Nelsonieae.* Samenanlagen zahlreich: *Staurogyne*, *Nelsonia*. — *b*) *Mendoncieae.* Samenanlagen 4, Steinfrüchte: *Mendoncia*. — *c*) *Thunbergieae.* Samenanlagen 4. Kapseln: *Thunbergia*. Beliebte Zierpflanzen (in kühleren Gebieten im Glashause): *Th. alata*, *Th. coccinea*, *Th. reticulata* u. a.

B. ***Acanthoideae.*** Scheidewand der Frucht zweispaltig, jede Hälfte mit einer Klappe verbunden. Funiculus verlängert. Jakulatoren. Größere Unterfamilie. *Acanthus mollis*, *A. spinosus* u. a. im Mittelmeergebiete, sonst häufig als Zierpflanzen kultiviert und winterhart; *A. ilicifolius*, Charakterpflanze der Küsten des Indischen Ozeans. — Als Zierpflanzen (in extratropischen Gebieten in den Gewächshäusern) häufig kultivierte Arten der Gattungen *Aphelandra*, *Ruellia*, *Justicia*, *Strobilanthes*, *Jacobinia* u. a. *Strobilanthes anisophyllus* bemerkenswert durch Anisophyllie.

17. Familie: ***Verbenaceae***[77]). (Abb. 566.) Kräuter oder Holzpflanzen mit in der Regel gegenständigen Blättern. Blüten in zymösen oder razemösen Infloreszenzen, zygomorph. Kelch und Korolle 4- bis 5- (seltener mehr-)lappig. Staubgefäße 4 zweimächtige oder 2; im ersteren Falle fehlt das Staminodium des fünften zumeist. Fruchtknoten oberständig, ursprünglich 2- bis 4fächerig, aber sehr bald durch „falsche Scheidewände" 4- bis 8fächerig; in jedem der Fächer 1 Samenanlage. Samenanlagen basilär, apikal oder in der Mitte stehend, stets mit der Mikropyle nach abwärts. Griffel meist terminal. Steinfrucht oder trockene Frucht, die geschlossen bleibt oder in 2—4 (seltener mehr) Teile zerfällt. Nährgewebe meist fehlend.

Zystolithenführende Zellen im Umkreis der Haare bei einigen Gattungen, bei *Petraea* Verkieselung in den Außenwänden der Epidermiszellen. Furchung des Holzkörpers bei einigen Lianen, bei *Avicennia* sekundäre periphere Gefäßbündelringe im Stamm, welche sekundäre Holzringe liefern. Assimilierende Äste mit reduzierten Blättern bei *Baillonia* (Südamerika) und einigen *Verbena*-Arten. Einzelne Formen sind Lianen (Spreizklimmer, windend oder mit Dornen und Stacheln klimmend, keine Ranken). Hohle, von Ameisen bewohnte Stammglieder bei *Clerodendron fistulosum* (indo-malayisch). Entomogamie. Auffallender Farbenwechsel der Korolle bei *Lantana*-Arten, Wasserkelche bei *Clerodendron*, korollinische Hochblätter bei *Congea*, korollinische Kelchblätter bei *Petraea*, *Clerodendron* u. a.

---

[77]) Briquet J. in E. P., IV. 3a, S. 132, 1894; Nachtr. III, S. 307; Nachtr. IV, S. 266. — Goebel K., Pflanzenbiol. Schild., II. 1., 1891. — Karsten G., Üb. d. Mangrove-Veg. Cassel 1891. — Tieghem Ph. v., Avicenniacées et Symphoremacées. Journ. de Bot., XII., 1898. — Briquet J., App. veget. d. Phrymacées etc. Mem. soc. phys. etc. de Genève, T. XXXII., 2., 1896. — Boergesen F. et Paulsen O., La veg. d. Ant. dan. Rev. gen. d. Bot., XII., 1900, p. 230. — Brenner W., Üb. d. Luftwurzeln von *Avicennia tom.* Ber. d. deutsch. bot. Ges., XX., S. 175, 1902. — Koorders S. H., *Teijsmanniodendron*, eine neue Gattg. d. *V.* Ann. jard. bot. Buitenz., XIX., 1904. — Vgl. auch die Abh. von Lang, zitiert auf S. 805. — Kanda H., Field a. Labor. stud. of *Verbena*. Bot. Gaz., LXIX., 1920.

Hauptsächlich in den Tropen, doch auch extratropische Formen, so *Verbena officinalis*, Eisenkraut, Unkraut in Europa und Asien, überall hin verschleppt, besonders nach Nordamerika; *Vitex Agnus-castus* im Mediterrangebiete. — *Lippia citriodora* (Chile, Argent., Uruguay) mit quirligen Blättern, wird häufig (Mittelmeergebiet, südliches Nordamerika) als Zierpflanze kultiviert und liefert aromatisches Öl. — Nutzhölzer liefern: *Tectona grandis* (indo-malayisch) das berühmte, zu Schiffsbauten viel verwendete „Teakholz", *Vitex „litoralis"* (Neuseeland) das „Puririholz", *Gmelina arborea* (Vorderindien) das „Goomar-Teakholz"

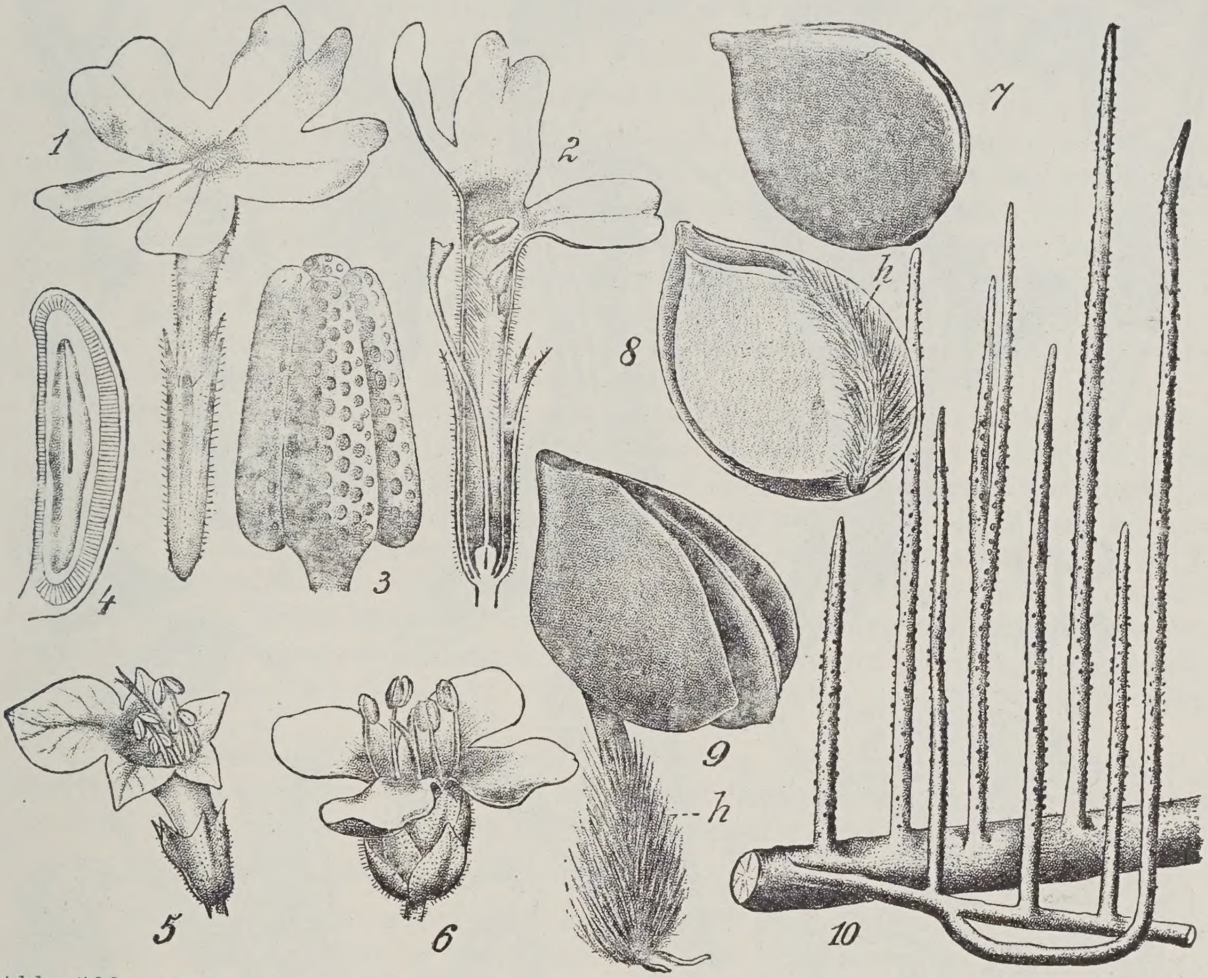


Abb. 566. *Verbenaceae.* — Fig. 1. Blüte von *Verbena canadensis*; Fig. 2 dieselbe längs durchschn. mit absichtlich herausgebogenem Griffel. — Fig. 3. Fruchtknoten von *Verbena chamaedryfolia*; Fig. 4 Teilfrucht davon, längs durchschn. — Fig. 5. Blüte von *Vitex Agnus-castus.* — Fig. 6. Blüte von *Avicennia tomentosa.* — Fig. 7. Frucht von *Avicennia* sp. — Fig. 8. Keimender Samen davon, längs durchschn. — Fig. 9. Keimling von *A. tomentosa*, *h* Befestigungshaare. — Fig. 10. Atemwurzeln von *Avicennia.* — Fig. 1—6 vergr., 7—9 nat. Gr., 10 verkl. — Fig. 3 u. 4 nach Briquet in E. P., 6 nach Baillon, 10 nach Schimper, die übrigen Original.

u. a. m. — Als Zierpflanzen häufig kultiviert in extratropischen Gärten: *Verbena-*, *Lantana*-Arten (z. B. *V. venosa*, *V. canadensis*, *V. teucrioides*, *L. Camara* u. a.), in den Tropen und Gewächshäusern: *Clerodendron*-Arten, z. B. *C. fragrans* (China), *C. Siphonanthus* (indo-malayisch), *C. Thomsonae* (Afrika) u. a. — *Avicennia.* Mangrovepflanzen mit zahlreichen Eigentümlichkeiten (vgl. auch oben): aus dem Boden herauswachsende Atemwurzeln; rudimentäres oder fehlendes Integument; Embryo und Endosperm bald aus der Mikropyle heraustretend; mächtige Haustorialbildung in den Samenanlagen; der Keimling entwickelt sich schon auf der Mutterpflanze, wird durch das Meereswasser verbreitet und befestigt sich am Strande mit Borsten, die am Hypokotyl entstehen (Abb. 566, Fig. 9). *A. tomentosa* (tropisches Amerika), *A. officinalis* (indo-malayisch, australisch).

18. Familie: **Labiatae**[78]). (Abb. 567 und 568.) Leicht kenntliche, aber formenreiche Familie. Kräuter, Halbsträucher oder Sträucher mit 4kantigen

Abb. 567. *Labiatae.* — Fig. 1. Blüte v. *Dracocephalum austriacum.* — Fig. 2. Blüte v. *Lamium maculatum.* — Fig. 3. Dieselbe längs durchschn. — Fig. 4. Junger Fruchtkn. v. *Phlomis,* quer durchschn. — Fig. 5. Querschn. d. einen reifen Fruchtkn. von *Lamium maculatum; d* Diskus, *c* Kelch, *p* Fruchtknotenwand, *s* Samenanlage, *g* Griffel. — Fig. 6. Kelch mit Fruchtkn. v. *Lamium mac.*, im Längsschn. — Fig. 7. Früchtchen von *Lam. mac.*, verkehrt stehend. — Fig. 8. Dasselbe, längs durchschn. — Fig. 9. Blüte v. *Teucrium Chamaedrys.* — Fig. 10. Blüte v. *Mentha piperita.* — Fig. 11. Korolle v. *Salvia officinalis*, längs durchschn., *st* Staminodium. — Fig. 12. Oberer Teil des Staubblattes von *Prunella vulgaris*; Fig. 13 von *Galeopsis dubia.* — Fig. 14. Fruchtkelch v. *Scutellaria altissima*, Fig. 15 derselbe geöffnet. — Alle Fig. vergr. — Fig. 4 nach Sachs, 12 nach Beck, 13 nach Briquet, sonst Original.

---

[78]) Briquet J. in E. P., IV. 3a, S. 183, 1894; Nachtr. III, S. 308; Nachtr. IV, S. 277. — Briquet J., Les soudures et les concresc. d. l'androec. Bull. d. Lab. de Bot. Genève, I., 1897. — Guignard L., Ann. sc. nat., Bot., 6. sér., XIII., 1882. — Vidal L., La course des

Stengeln und dekussierten Blättern. Blüten in achselständigen Zymen, die zu verschieden aussehenden Gesamtinfloreszenzen vereinigt sind. Blüten zygomorph. Kelch und Korolle 5blättrig, aber manchmal nur 4lappig; Korolle meist 2lippig. Staubgefäße 4, didynam, meist ohne Rest des fünften. Fruchtknoten oberständig, 2blättrig, mit 4 Samenanlagen, deren Mikropyle nach unten gerichtet ist; sehr bald wird zumeist der Fruchtknoten 4lappig; zwischen diesen 4 Kammern, deren jede eine Samenanlage umschließt, steht dann der Griffel. Frucht in 4 einsamige Nüßchen zerfallend. Nährgewebe fehlend oder spärlich.

Zweifellos den *Verbenaceae* nahe stehend und von diesen sogar schwer abtrennbar; von ihnen vor allem durch den gynobasen Griffel verschieden. Interessant ist der insbesondere im Fruchtbaue zum Ausdrucke kommende Parallelismus zwischen Labiaten und Boraginaceen, der aber nicht auf naher Verwandtschaft zu beruhen scheint. Abgesehen vom Bau der Korolle und des Andrözeums unterscheiden sich die Labiaten von diesen insbesondere durch die ganz andere Stellung der Samenanlagen.

Alle Labiaten sind ausgezeichnet durch den Reichtum an ätherischen Ölen, die subkutikular in Köpfchenhaaren abgeschieden werden.

Besonders auffallende Ausbildung der vegetativen Organe selten. Lianen sehr selten. Blattlose, assimilierende Stengel bei *Hedeoma*-Arten. Knollige Rhizome bei *Stachys Sieboldii*. Entomogamie durchwegs deutlich ausgeprägt und die Mannigfaltigkeit des Blütenbaues damit zusammenhängend. Gynodiözie häufig, dabei sind die Korollen der Blüten mit ausgebildetem Andröceum durchwegs größer. *Salvia*-Arten mit scharlachroten Blüten (z. B. *S. splendens*) werden von Kolibris besucht. Kleistogame Blüten bei *Lamium amplexicaule*, *Ajuga Iva*, *Salvia lanigera*, *S. cleistogama* u. a. Amphikarpie bei *Lycopus virginicus*. Vorrichtungen zur Samenverbreitung mannigfach (Ausschleudern durch elastische Kelchstiele, widerhakige oder flügelartig verbreiterte Kelchzipfel, pappusartige Kelchzähne bei *Colebrookia* u. a.).

Artenreiche Familie von sehr großer Verbreitung, besonders im Mittelmeergebiete; relativ selten im arktischen Gebiete und auf höheren Bergen. Systematisch in Anbetracht der Formenfülle und des einheitlichen Familiencharakters schwierig.

System nach Briquet:

A. ***Ajugoideae.*** Griffel nicht gynobasisch. Samen ohne Nährgewebe. — Artenreiche Gattungen: *Ajuga*, *Teucrium*. — *Rosmarinus officinalis*, Rosmarin, im Mittelmeergebiet,

---

faiseaux d. l. récept. Journ. de Bot., XII., 1898. — Wagner R., Über *Roylea elegans*, Öst. bot. Zeitschr., 1902; Beitr. zur Kenntn. d. Gattg. *Lagochilus*, Verh. d. zool.-bot. Ges. Wien, 1902. — Rupert J., Beitr. zur Kenntn. d. anat. Baues d. Gynöz. bei *Lamium* u. *Rosmarinus*. Lotos, XXII., 1902. — Porsch O., Die österr. *Galeopsis*-Arten d. Untergattg. *Tetrahit*. Abh. d. zool.-bot. Ges. Wien, II., 1903. — Velenovský J., Vorstud. z. e. Monogr. d. G. *Thymus*. Beih. bot. Zentralbl., XIX., 1906. — Briquet J., Notes s. l. coussinets de désarticulation du pétiole chez quelqu. Labiées. Arch. sc. phys. et nat., XXI., 1906. — Béguinot A., Revis. monogr. dei *Teucrium* della sez. *Scorodonia*. Atti Acc. veneto-trent.-istr., III., 1906. — Lang W., Zur Blütenentw. der Labiaten, Verbenaceen u. Plantag. Bibl. bot., Heft 64, 1906. — Kimpflin G., Sur l'aff. d. Borag. et Lam. Bull. Soc. Linn. Lyon, 1907. — Tieghem Ph. v., Struct. d. pist. et d. fruit d. Lab., Borag. usw. Ann. sc. nat., Bot., sér. 9, V., 1907. — Mayer F., Syst.-anat. Unters. d. *Pogostemoneae* etc. Diss. Erlangen, 1909. — Strecker E., Das Vork. v. Scutellarin b. d. Lab. Sitzb. d. Wiener Akad., CXVIII., 1909. — Sharp L. W., The embryo sac of *Physostegia*. Bot. Gaz., LII., 1911. — Schnarf K., Beitr. z. Kenntn. d. Samenentw. des *L.*, Denkschr. Akad. Wiss. Wien, XCIV. Bd., 1917. — Guerin P., Developm. d. l'anth. et du poll. des Lab., C. R. Ac., Paris, CLXVIII., 1919. — Souèges R., Devel. d. l'embr. chez *Glechoma*, C. R. Acad. Sc. Paris, 1921; Rech. sur l'embryog. d. Lab., Bull. soc. bot. Fr., t. 68, 1921.

sonst viel kultiviert; liefert die offizinellen „Folia Rosmarini“ oder „Folia Anthos“ (Rosmarinöl).

B. **Prostantheroideae.** Griffel wie bei *A.* Nährgewebe. — Ausschließlich australische Sträucher. *Prostanthera.*

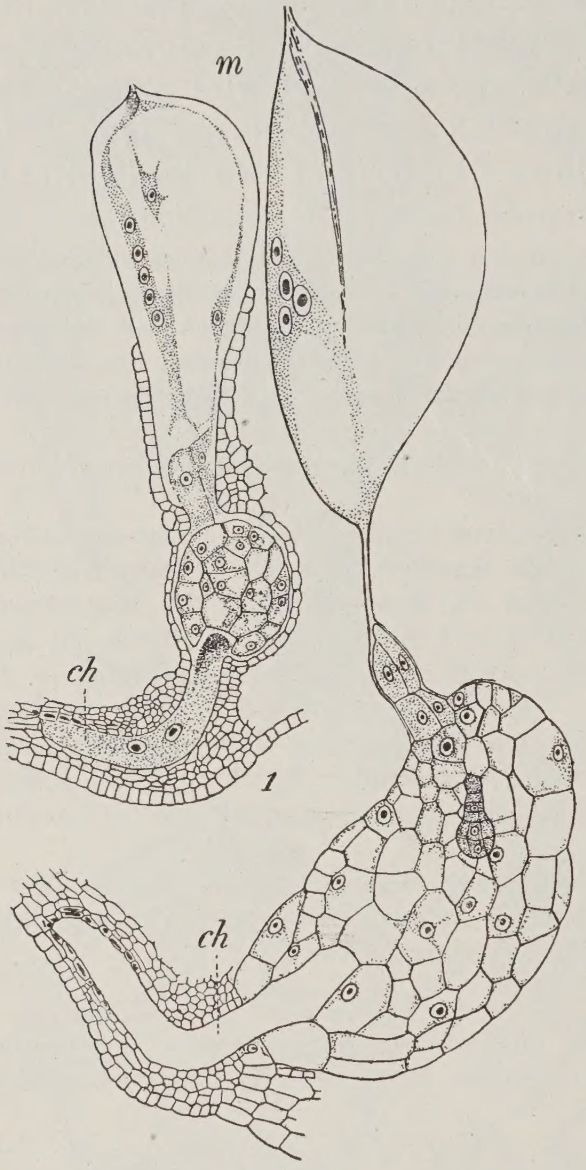


Abb. 568. *Labiatae.* — Embryosäcke von *Stachys silvatica* in aufeinanderfolgenden Stadien. *m* Mikropylarhaustorium, *ch* Chalazahaustorium. — Vergr. — Nach Schnarf.

C. **Prasioideae.** Griffel wie bei allen folgenden Unterfamilien gynobasisch. Früchte steinfruchtartig. — Vorherrschend in den Tropen. *Gomphostemma. Prasium maius* im Mittelmeergebiete.

D. **Scutellarioideae.** Nüsse. Samen transversal gestellt. Radicula gekrümmt, einem Kotyledo anliegend. — Artenreiche Gattung: *Scutellaria*, z. B. *S. galericulata* in Europa, Asien, Nordamerika.

E. **Lavanduloideae.** Nüsse. Samen aufrecht. Radicula gerade. Diskuslappen den Fruchtknotenabschnitten superponiert. — *Lavandula spica* und *L. latifolia* im Mediterrangebiete, erstere liefert die offizinellen „Flores Lavandulae“, letztere wird in allen wärmeren Ländern häufig in Gärten gezogen („Lavendel“).

F. **Stachyoideae.** Frucht, Samen und Radicula wie bei *E.* Diskuslappen mit den Fruchtknotensabschnitten alternierend. Staubgefäße unter der Oberlippe oder vorgestreckt.

Viele Medizinalpflanzen, z. B.: *Salvia officinalis* (Mediterrangebiet) liefert „Folia Salviae“, *Melissa officinalis* (Mediterrangebiet) „Folia Melissae“, *Thymus vulgaris* (Mediterrangebiet) „Herba Thymi“, „*Th. Serpyllum*“ (Sammelname) (Europa, Asien) „Herba Serpylli“, *Mentha piperita* (*M. aquatica* × *spicata*, die kultivierte Pflanze meist steril — Westeuropa, Nordamerika) „Folia Menthae piperitae“, *Pogostemon Patchouli* (indo-malayisch) „Folia Patchuli“, *Origanum vulgare* (Europa, Asien) „Herba Origani“. — Küchenpflanzen: *Satureja hortensis*, Pfefferkraut (Mediterrangebiet, Asien); *Majorana hortensis* Majoran (Mediterrangebiet); *Stachys Sieboldii* (Japan) mit als Gemüse verwendeten Rhizomknollen. — Zierpflanzen: *Hyssopus officinalis*, Ysop (Mediterrangebiet, Asien), *Salvia splendens* (Südamerika), *S. coccinea* (Amerika) u. a., *Monarda*-Arten (Nordamerika) u. a. — Artenreiche und verbreitete Gattungen: *Marrubium*, Andorn; *Sideritis*, Gliedkraut; *Nepeta*, Katzenminze; *Glechoma*, Gundelrebe; *Prunella* (= *Brunella*), Brunelle; *Phlomis*, Brandkraut; *Leucas*; *Lamium*, Taubnessel; *Stachys*, Ziest; *Salvia*, Salbei; *Satureja*, Bergminze; *Mentha*, Minze[79]); *Origanum*, Dost u. a.

---

[79]) Vgl. Vollmann Fr., Notiz. f. d. Stud. d. Gattg. *M.* Mitt. d. bayr. bot. Ges., II. Bd., 1909. — Topitz A., Beitr. z. Kenntn. d. Menthenfl. v. Mitteleur., Beih. bot. Zentralbl., XXX., 2., 1913; vgl. auch in Fedde, Repert., XIV., 1914—16.

G. **Ocimoideae.** Wie bei *F.*, aber Staubgefäße auf der Unterlippe oder zu dieser herabgebogen. — *Ocimum Basilicum* (tropisch. Asien und Afrika) wird häufig des Geruches halber kultiviert; das aus der Pflanze gewonnene ätherische Öl findet in der Likörfabrikation (Chartreuse) Verwendung. — Mehrere *Plectanthus-* und *Coleus*-Arten werden der kartoffelähnlichen Knollen halber kultiviert, so *C. rotundifolius* (tropisch. Asien und Afrika), *C. edulis* (Abyssinien), *C. parviflorus* (tropisch. Asien) u. a.[80]; Kulturformen von *C. Blumei* beliebte Blattzierpflanzen.

H. **Catopherioideae.** Nüsse. Samen aufrecht. Radicula gekrümmt. — *Catopheria* (Zentral- und Südamerika).

Hier schließt sich die kleine (19.) Famiile der **Tetrachondraceae**[81]) an, von den Labiaten durch tetramere und einzeln endständige Blüten verschieden. — *Tetrachondra* (Neuseeland und Patagonien).

Am Schlusse der *Tubiflorae* sei die Besprechung einiger kleiner Familien angefügt, deren Zugehörigkeit zu den Tubifloren kaum zweifelhaft ist, die sich aber nicht einer der besprochenen Familien unmittelbar anschließen lassen. Sie stimmen — soweit sie untersucht sind — auch im Bau der Samenanlagen (Integument, Haustorialbildungen, Endospermbildung) mit den Tubifloren überein. In der Stellung der Samenanlagen (Mikropyle nach oben) ähneln sie den Boraginaceen.

20. Familie: **Globulariaceae**[82]). (Abb. 553, Fig. 1.) Kräuter oder Sträucher. Köpfchenförmige Infloreszenzen. Im Blütenbau an die *Scrophulariaceae* erinnernd. Fruchtknoten 1fächerig mit 1 hängenden anatropen Samenanlage. Nuß.

Globularia (Europa).

21. Familie: **Phrymaceae**[83]). Im Habitus an Verbenaceen erinnernd. Infloreszenzen traubenförmig. Fruchtknoten 1fächerig mit 1 aufrecht stehenden orthotropen Samenanlage. Nuß oder Kapsel.

Phryma (Asien, Nordamerika).

22. Familie: **Myoporaceae**[84]). An die Scrophulariaceen erinnernd, aber mit schizogenen Sekretlücken in den vegetativen Teilen, mit 2- bis 10fächerigen („falsche Scheidewände") Fruchtknoten und wenigen hängenden anatropen Samenanlagen. Steinfrüchte.

Pholidia (Australien), *Myoporum* (Australien bis Ostasien). Arten der zweiterwähnten Gattung in wärmeren Gebieten als Ziersträucher viel kultiviert.

23. Familie: **Plantaginaceae**[85]). Kräuter oder Sträucher mit unscheinbaren Blüten in ährigen oder kopfigen Infloreszenzen. Blüten aktinomorph, mit 4teiligem Kelche und ebensolcher Korolle. Fruchtknoten

---

80) Vgl. Chevalier A. et Perrot E., Les *Coleus* à tuberc. aliment. Trav. d. lab. d. mat. méd., III., 1905.

81) Skottsberg C., *T. pat.* u. die syst. Stellg. d. Gattg. Botan. Jahrb. f. Syst. etc. 48. Bd., Beibl. Nr. 107, 1913.

82) Wettstein R. v. in E. P., IV. 3b, S. 270, 1895; Globulariac.-Studien, Bull. de l'herb. Boiss., 1895.

83) Briquet J. in E. P., IV. 3b, S. 361, 1895; Rech. anat. sur l'app. veg. des Phrym., Myopor. etc. Genève 1896.

84) Wettstein R. v. in E. P., IV. 3b, S. 354, 1895. — Briquet J., l. c.

85) Harms H. u. Reiche C. in E. P., IV. 3b, S. 362, 1895; Nachtr. III, S. 326; Nachtr. IV, S. 290. — Morris F. L., North-Am. Plantag. Bull. Torr. bot. Cl., XXVIII., 1891. — Schellenberg H. C., Die Reservezellulose bei Plantag. Ber. d. deutsch. bot. Ges., XXII.,

2- bis 4fächerig, in jedem Fache 1 bis viele Samenanlagen. Deckelkapsel oder Nuß. Meist anemogam.

Durch die tetrameren Blüten von den übrigen *Tubiflorae* verschieden und darum auch als Vertreter einer eigenen Reihe von Engler angesehen. Im Bau der Samenanlage und in der Endospermbildung mit den meisten Tubifloren übereinstimmend.

Plantago, Wegerich, vorherrschend extratropisch. *P. lanceolata* und *P. major* sehr verbreitet; *P. Psyllium* (Mediterrangebiet) liefert die „Flohsamen". — *Litorella.*

Eine kleine Familie von recht unsicherer systematischer Stellung ist die der (24.) **Columelliaceae.**[86]). Holzpflanzen mit fast aktinomorphem Perianthium. Zwei Staubgefäße mit gefalteten Antherenfächern. Fruchtknoten unterständig. Plazentation an die Gesneriaceen erinnernd. — *Columellia* (Südamerika).

6. Reihe. *Contortae.*

Blüten tetrazyklisch. Korolle aktinomorph (nur bei einzelnen Formen zygomorph), in der Knospenlage gedreht. Staubgefäße in gleicher Zahl wie die Kronenblätter (meist 4—5). Fruchtknoten oberständig, meist 2blättrig. Plazentation marginal und parietal oder scheidewandständig. 1 Integument. — Blätter meist gegenständig.

Ein wichtiges histologisches Merkmal der Reihe bietet der Besitz von intraxylärem Phloëm, das nur wenigen Formen zu fehlen scheint. Mit Ausnahme der *Buddleiaceae* mit nukleärem Endosperm.

Die Reihe ist eine recht natürliche und in dem hier angenommenen Umfange leicht zu charakterisieren, besonders wenn die Familien der *Gentianaceae, Menyanthaceae, Apocynaceae* und *Asclepiadaceae* in Betracht gezogen werden. Die Familien der *Loganiaceae* und *Buddleiaceae* enthalten Formen, die einerseits klare Beziehungen zu Familien der *Tubiflorae* (speziell *Buddleiaceae*), anderseits aber auch (speziell *Loganiaceae*) Ähnlichkeiten mit solchen der *Rubiales* aufweisen. Die Verwertung dieser Beziehungen zur Aufklärung der entwicklungsgeschichtlichen Stellung der ganzen Reihe stößt insoferne auf Schwierigkeiten, als die Möglichkeit berücksichtigt werden muß, diese beiden Familien von den *Contortae* abzulösen und den genannten Reihen anzuschließen[87]).

Es scheint daher besser, bei der Frage nach der entwicklungsgeschichtlichen Stellung der *Contortae* von den *Loganiaceae* und *Buddleiaceae* zunächst abzusehen. Wenn man dies tut, dann treten die Beziehungen der *Contortae* zu den *Tubiflorae* recht klar zutage; allerdings können jene nicht von den

---

1904. — Fiehe J., Die Schleimkörper der Samen v. *Plantago Psyllium.* Diss. München, 1907. — Béguinot A., Il nanismo d. g. *Pl.* e le sue cause. N. giorn. bot. Ital., XV., 1908. — Mattei G. E., Posiz. nat. d. Pl. Malpighia, XXIII., 1909. — Rößler W., Pollenschl. u. Embryosack-Haust. v. P. Ber. d. deutsch. bot. Ges., XXXV., 1917. — Schnarf K., Zur Entw.-Gesch. v. *Pl. media.* Sitzb. Akad. Wiss. Wien, 126. Bd., 1917. — Eckstrand H., Zur Zytol. u. Embryol. d. Gttg. *Plantago.* Sv. bot. Tidskr., 12., 1918. — Pilger R., Beitr. z. Kenntn. d. Gattg. *Plantago.* Rep. spec. nov., XVIII., 1922; XIX., 1923.

[86]) Fritsch K. in E. P., IV. 3b, S. 186, 1894; Nachtr. III, S. 320. — Tieghem Ph. v., Sur les Columell. Ann. sc. nat., Bot., sér. 8., XVIII., 1903. — Hallier H., Über d. Verwandtschaftsverh. d. Tubifloren etc. Abh. d. naturw. Ver. Hamburg, XVI., 2., 1901.

[87]) Vgl. Baillon H., Hist. d. pl., IX. u. X., 1888 u. 1889. — Dahlgren O., Zur Embryol. d. Logan.-Gattg. *Spigelia.* Sv. Bot. Tidskr., 1922.

heutigen Tubifloren abgeleitet werden; die strenge Aktinomorphie des Perianthiums und des Andrözeums spricht für eine relativ ursprüngliche Stellung und rechtfertigt auch die Abtrennung der heutigen *Contortae* von den Tubifloren. Die beiden Reihen dürften auf ähnliche Urformen zurückgehen, wodurch die Ähnlichkeit begründet erscheint. Sie stellen in einem gewissen Sinne Parallelreihen dar, in deren einer die Anpassung an die Entomogamie die Steigerung und Fixierung der Zygomorphie bewirkte *(Tubiflorae)*, während es in der anderen *(Contortae)* zu extremen Anpassungen an den Insektenbesuch mit Beibehaltung der Aktinomorphie kam.

Auch sero-diagnostische Untersuchungen[88]) sprechen für die Zusammengehörigkeit der hier besprochenen Familien; beachtenswert im Sinne des eben erwähnten erscheint, daß die *Gentianaceae* viel stärker mit Familien, welche dem Ursprung der *Tubiflorae* nahestehen *(Convolvulaceae, Polemoniaceae, Nolanaceae, Solanaceae)* reagierten, als mit abgeleiteteren. Auch das Vorkommen von nukleärem Endosperm nähert die *Contortae* diesen Familien.

1. Familie: ***Loganiaceae***[89]). Kräuter und Holzpflanzen mit gegenständigen, ungeteilten, ganzrandigen Blättern und häufig mit Nebenblattbildungen. Kelch und Korolle 4- bis 5blättrig, letztere manchmal etwas zygomorph. Intraxyläres Phloëm vorhanden. Drüsenhaare fehlen. Endosperm nukleär, ohne Haustorien.

Gleichwie die *Buddleiaceae* von den übrigen Familien durch das Fehlen der Milchsaftröhren und der Bitterstoffe verschieden.

Mehrere Gattungen enthalten windende oder rankende oder mit Hakendornen klimmende Holzpflanzen. Die beiden letzterwähnten Anpassungen besonders bei *Strychnos*. Die Ranken, beziehungsweise Dornen sind hier Achselsprosse. Entomogamie u. Ornithogamie.

Vorherrschend in den Tropen. Viele Giftpflanzen. — *Strychnos*. Artenreiche Gattung. Holzpflanzen mit intraxylären Phloëminseln, meist klimmend. Beerenfrüchte mit scheibenförmigen Samen. *St. Nux vomica* (Indien) liefert die „Brechnüsse“, „Krähenaugen“ (Samen), die als „Semina Strychni“ officinell sind. Mehrere Arten (besonders *St. toxifera* — Südamerika) liefern das unter dem Namen „Curare“ bekannte Pfeilgift[90]); ähnliche Gifte liefern die Rinden von *St. kipapa* (trop. Afrika) und von *St. tieute* (Java). — „Königsholz“ von *Fagraea fragrans* (Molukken). — Der Wurzelstock von *Gelsemium sempervirens* (Nordamerika) ist in Nordamerika offizinell. — *Spigelia* (Amerika).

2. Familie: ***Buddleiaceae***[91]). Den Loganiaceen nahestehend und von ihnen unterscheidbar durch tetramere Blüten, meist gezähnte oder ge-

---

[88]) Alexnat W., Sero-diagn. Unters. üb. d. Verw. innerh. d. *Sympetalae*. Bot. Arch., I., 1922.

[89]) Solereder H. in E. P., IV. 2, S. 19, 1892; Nachtr. III, S. 291; Nachtr. IV, S. 243. — Zimmermann A., Über extranupt. Nekt. einiger *Fagraea*-Arten. Ann. Jard. bot. Buitenzorg, XVIII., 1901. — Morelle E., Histol. comp. d. Gelsémiées et Spigéliées. Paris 1904. — Dahlgren O., Die Embryolog. d. Logan.-Gattg. *Spigelia*. Sv. bot. Tidskr., XVI., 1922.

[90]) Vgl. außer der von Solereder a. a. O. zitierten Literatur: Hartwich, *Strychnos*-Drogen. Festschr. 50jähr. Stift. d. schweiz. Apoth.-Ver. Zürich 1893. — Gilg E., Über gift. u. unschädl. *Strychnos*-Arten. Ber. d. deutsch. pharm. Ges., 1900, Heft 5. — Barbosa-Rodriguez J., L'Uiraery ou Curare. Bruxelles 1903. — Gilg E. u. Busse W., Weitere Beitr. z. Kenntn. d. Gattg. *Strychnos*. Bot. Jahrb., 36., 1905.

[91]) Vgl. die bei den Loganiaceen zitierte Arbeit von Solereder; ferner Wilhelm C., Die Samenpflanzen etc. Wien 1910. — Dop P., Rech. s. l. développm. et la nutr. d. sac. embryon. etc. d. *Buddl*. Bull. Soc. bot. Fr., LX., 1913.

lappte Blätter, durch das Fehlen der intraxylären Phloëme, durch den Besitz von Drüsenhaaren und zelluläres Endosperm mit Haustorien.

Vorherrschend in tropischen und subtropischen Gebieten. — *Buddleia.* Artenreiche Gattung. Mehrere Arten in extratropischen Gärten nicht selten als Zierpflanzen kultiviert, so *B. Colvilea* (Himalaja), *B. japonica* (Japan), *B. variabilis* (Ostasien).

3. Familie: ***Gentianaceae***[92]). (Abb. 569 u. 570, Fig. 1—4, 7—12.) Krautige Pflanzen (nur selten holzig) mit gegenständigen, nebenblattlosen, einfachen und ganzrandigen Blättern. Blüten einzeln oder in zymösen Infloreszenzen, aktinomorph (nur einzelne Ausnahmen), abgesehen vom Gynöceum 4- bis 5zählig. Fruchtknoten 2blättrig, 1fächerig oder 2fächerig mit randständigen (dabei wandständigen oder scheidewandständigen) Plazenten. Embryosack ohne Epithel (vgl. Abb. 569); nukleäre Endospermbildung. Samen meist zahlreich. Septizide Kapseln, seltener Beeren.

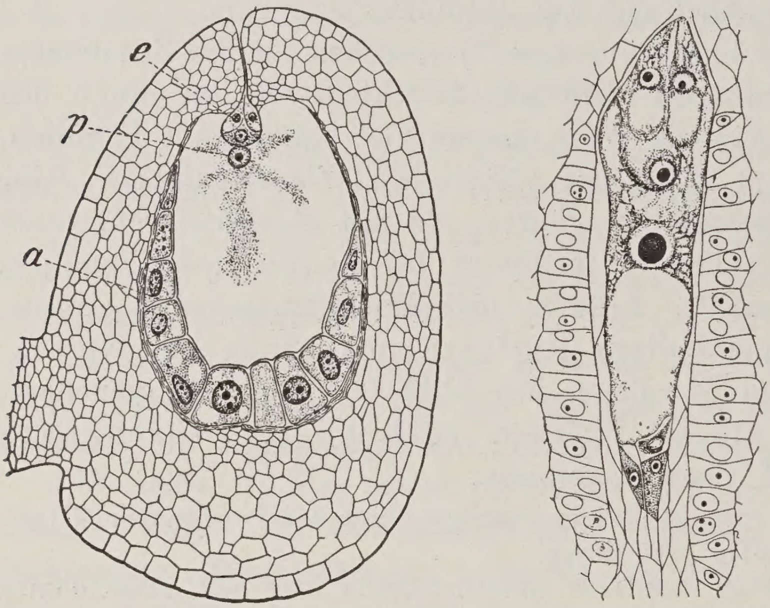


Abb. 569. *Gentianaceae* und *Menyanthaceae.* — Links: Längsschn. d. eine Samenanlage von *Gentiana campestris*; rechts: Längsschn. d. d. inneren Teil einer Samenanlage von *Menyanthes trifoliata*; *e* Eiapparat, *p* Polkern, *a* Antipoden. — 100fach vergr. — Nach Guerin und Stolt.

In den vegetativen Teilen finden sich reichlich Bitterstoffe; Milchsaftröhren fehlen. Intraxyläres Phloëm.

Windende Stengel bei *Crawfurdia.* Chlorophyllarme oder chlorophyllose Saprophyten in den Gattungen *Cotylanthera* (tropisch. Asien), *Voyriella* (tropisch. Amerika und Afrika) u. a. Entomogamie allgemein. Heterostylie u. Dimorphismus der Blüten bei einigen Gattungen. Vermehrung der Antipoden häufig (Abb. 569). Pollentetraden bei einigen Gattungen. Reduzierte Samen bei den saprophytischen Arten. Saisondimorphismus bei Arten der Gattung *Gentiana.*

Familie von sehr großer Verbreitung. Artenreichste Gattung *Gentiana*[93]), Enzian, mit zahlreichen Arten in den Gebirgen der nördlichen extratropischen Gebiete und in den

[92]) Gilg E. in E. P., IV. 2, S. 50, 1895; Nachtr. III, S. 292; Nachtr. IV, S. 244. — Figdor W., Über *Cotylanthera.* Ann. Jard. bot. Buitenz., XIV., 1897. — Perkins J., Monogr. Übers. d. Art. d. Gattg. *Lisianthus.* Bot. Jahrb., XXXI., 1902. — Svedelius N., Zur Kenntn. d. saproph. *Gentian.* Bih. Svenska Akad. Handl., XXVIII., Afd. III, Nr. 4, 1902. — Guerin P., Sur le sac embryonn. d. G., Journ. d. Bot., XVII., 1903; Dével. et struct. anat. d. tegum. sem., l. c., XVIII., 1904. — Schinz H., Vers. ein. monogr. Übers. d. G. *Sebaea.* Mitt. geogr. Ges. Lübeck, XVII., 1903. — Schoch E., Monogr. d. G. *Chironia.* Beih. bot. Zentralbl., XIV., 1903. — Köhler A., Der syst. Wert d. Pollenbeschaffenh. bei d. *Gent.* Mitt. bot. Mus. Zürich, XXV., 1905. — Jacobson-Paley, Et. s. l. poll. et l'embryol. d. *Sweertia.* Bull. soc. bot. Gen., 2. sér., XII., 1920. — Stolt K. A. H., Embryol. v. Gent. u. Menyanth. K. Sv. Vetensk. Ak. Handl., 1921.

[93]) Vgl. Kusnezow N. J., Subgenus *Eugentiana* gen. *Gent.* Acta horti Petrop., 1904. — Wettstein R. v., Die europ. Arten d. Gattg. *Gent.* Sect. *Endotricha.* Denkschr. d. kais.

Anden. Andere artenreiche Gattungen: *Centaurium*, *Sweertia* u. a. — Viele Gentianaceen werden der Bitterstoffe halber medizinisch verwendet. Offizinell sind: *Gentiana lutea*, *G. pannonica*, *G. purpurea* und *G. punctata* (alle Europa) („Radix Gentianae"), ferner *Centaurium umbellatum* (= *Erythraea Centaurium* = *C. minus*) (Europa), Tausendguldenkraut („Herba Centaurii"). — Trotz der schönen Blüten nur wenige Zierpflanzen, so *Gentiana excisa* (Abkömmling eines in den europäischen Alpen verbreiteten Typus), *Exacum* (trop.).

Abb. 570. *Gentianaceae* (Fig. 1—4, 7—12) und *Menyanthaceae* (Fig. 5 u. 6). — Fig. 1. Blüte v. *Gentiana Kochiana*. — Fig. 2. Basalteil derselben Blüte im Längsschn. — Fig. 3. Petalum, Staubbl. und „Schlundbecher" v. *Sweertia carinthiaca*. — Fig. 4. Frucht v. *Gentiana punctata*. — Fig. 5. Blüte v. *Menyanthes trifoliata*. — Fig. 6. Frucht derselben. — Fig. 7. Blüte v. *Centaurium umbellatum*. — Fig. 8. Querschn. d. d. Fruchtknoten desselben. — Fig. 9. Blüte v. *Exacum affine*. — Fig. 10. Blüte v. *Halenia elliptica*, längs durchschn. — Fig. 11. Samen v. *Gentiana Kochiana*, Fig. 12 v. *G. punctata*. — Fig. 4 nat. Gr., alle anderen vergr. — Fig. 10 nach Gilg in E. P., Fig. 7 nach Berg und Schmidt, alles andere Original.

4. Familie: **Menyanthaceae**[94]). (Abb. 569 u. 570, Fig. 5 u. 6.) Von den Gentianaceen verschieden durch wechselständige Blätter, durch am Rande eingeschlagene und klappige Blumenkronblätter, durch kollaterale (nicht bikollaterale) Gefäßbündel und (häufig) interzelluläre Haare.

Akad. Wien, m.-nat. Kl., LXIV. Bd., 1896; Die nordam. Arten d. Gattg. *Gent.* Sect. *Endotr.*, Öst. bot. Zeitschr., 1900. — Murbeck S., Stud. üb. *Gent.* aus d. Gruppe *Endotr.* Acta hort. Berg., II., Nr. 3, 1892. — Jakowatz A., Die Art. d. Gattg. *Gent.* Sect. *Thylacites*. Sitzber. d. Wiener Akad., m.-nat. Kl., CVIII., 1899. — Soltoković M., Die perennen Arten d. Gattg. *Gent.* aus d. Sect. *Cyclostigma*. Öst. bot. Zeitschr., 1901.

[94]) Vgl. Perrot E., Anat. d. Menyanthées. Bull. soc. bot. de Fr., 1897.

Epithel um den Embryosack; zelluläre Endospermbildung. Sumpf- und Wasserpflanzen.

Menyanthes trifoliata (Europa, Asien, Nordamerika), der Fieberklee, mit 3fingerigen Blättern liefert die offizinellen „Folia Trifolii febrini". — *Nymphoides* (= *Limnanthemum*) mit seerosenähnlichen Blättern. — *Villarsia*.

5. Familie: **Apocynaceae**[95]). (Abb. 571 u.. 572.) Stauden oder Holzpflanzen mit gegenständigen, ganzrandigen Blättern. Nebenblätter

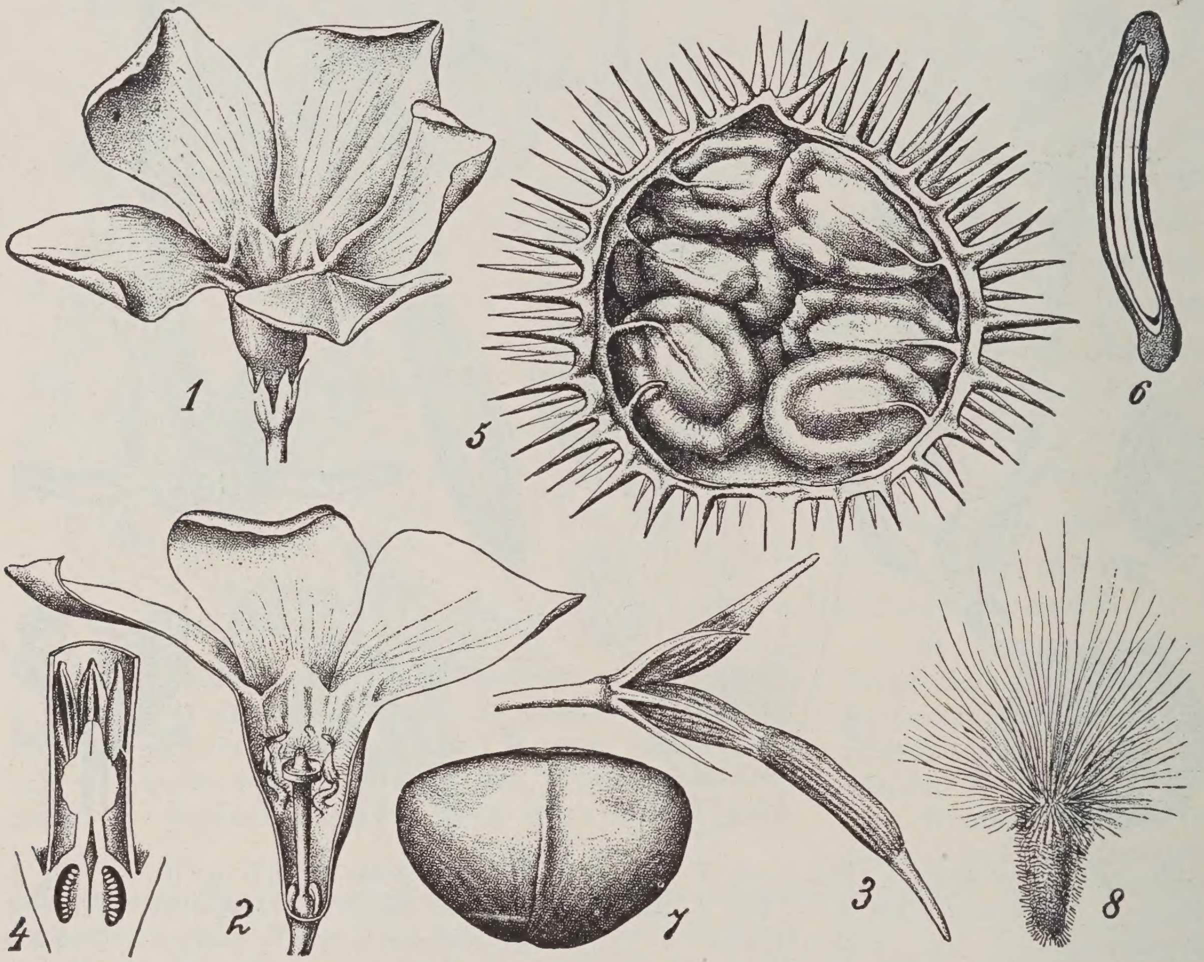


Abb. 571. *Apocynaceae*. — Fig. 1. Blüte v. *Vinca difformis*. — Fig. 2. Dieselbe längs durchschnitten. — Fig. 3. Frucht v. *V. maior* mit ungleich entwickelten Karpiden. — Fig. 4. Gynöceum und Andröceum v. *Plumiera alba*, längs durchschn. — Fig. 5. Hälfte der aufgesprungenen Frucht von *Allamanda cathartica*. — Fig. 6. Samen davon, längs durchschn. — Fig. 7. Steinkern der Frucht v. *Thevetia neriifolia*. — Fig. 8. Samen v. *Nerium Oleander*. — Alle Fig. etw. vergr. — Fig. 4 nach Schumann in Engler u. Prantl, 1—3, 5—8 Original.

sehr selten. Infloreszenzen zymös. Blüten aktinomorph, 4- bis 5zählig. Pollen körnig. Fruchtknoten 2blättrig, 1- bis 2fächerig, oberständig oder

[95]) Schumann K. in E. P., IV. 2, S. 109, 1895; Nachtr. III, S. 294; Nachtr. IV, S. 244. — Franchet A., Étude sur l. *St ophanthus*. Nouv. Arch. Mus. Paris, III. sér., V., 1893. — Valeton Th., Les *Ochrosia* et les *Cerbera* d. jard. d. Buitenz. Ann. Jard. Buitenz., XII., 1895. — Hallier H., Über Kautschuklianen u. and. Apoc. Jahrb. Hamburg. wiss. Anst., XVII., 1900. — Huá H. et Chevalier A., Les Landolphiées du Senégal. Journ. d. bot., XV., 1901. — Stapf O., *Apocynaceae* in Fl. of trop. Afr., IV., 1902. — Gilg E., *Strophanthus* in Engler A., Monogr. afr. Pflanzenfam., VII., 1903. — Wildeman E. de, Notes

etwas unterständig; die beiden Blätter oft getrennt. Griffel häufig mit kopfförmiger Verdickung. Frucht beerenartig oder kapselartig oder in 2 Teilfrüchte getrennt, die kapsel- oder beerenartig sind. Samen meist flach oder mit Haarschopf.

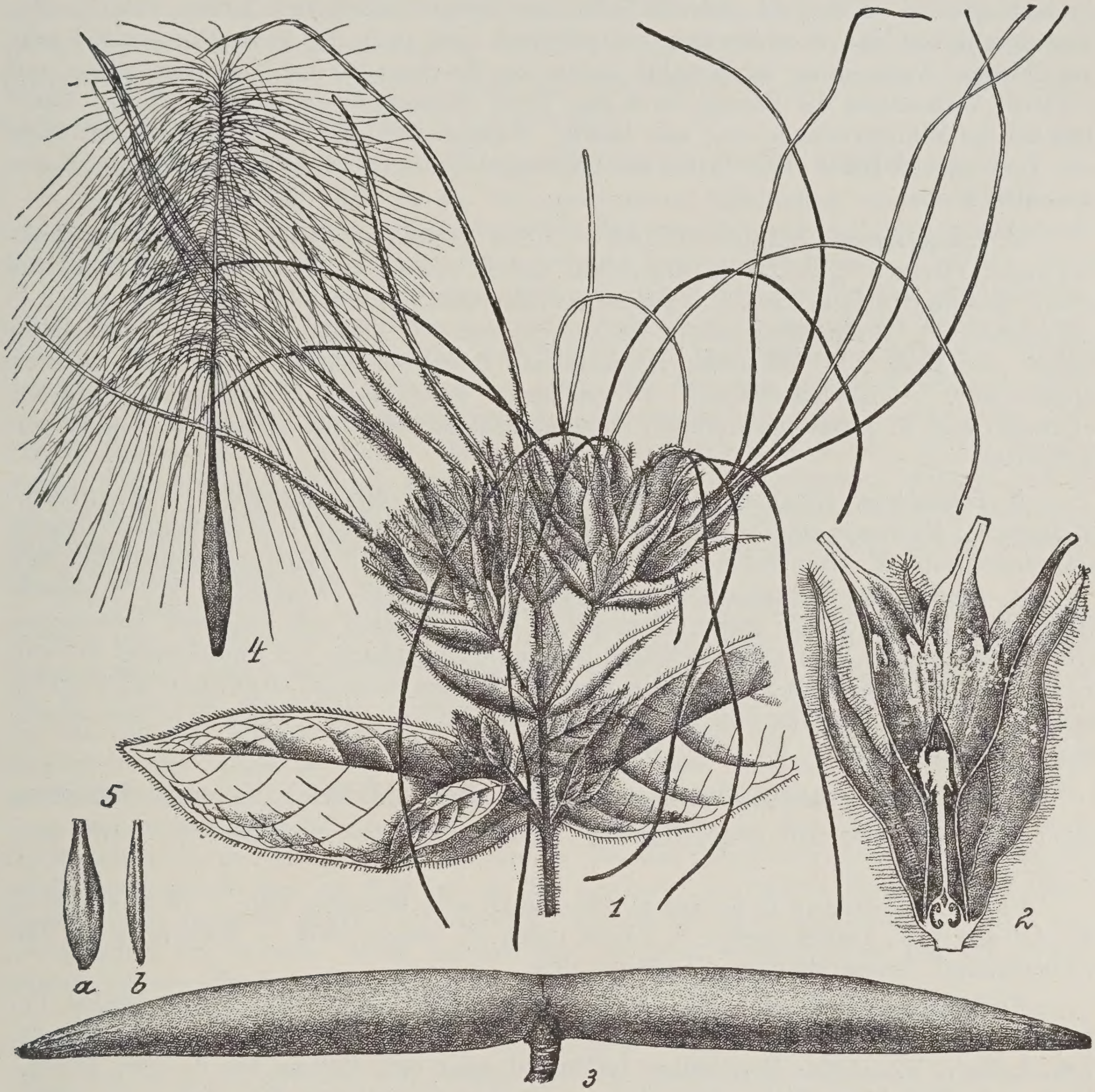


Abb. 572. *Apocynaceae*. — *Strophanthus hispidus*. — Fig. 1. Blühender Sproß. — Fig. 2. Blüte längs durchschn. — Fig. 3. Frucht. — Fig. 4. Samen. — Fig. 5. Samen (als Droge) von der Fläche (*a*) und von der Seite (*b*). — Fig. 1, 3 verkl., 2 vergr., 4 u. 5 nat. Gr. — Fig. 1 u. 2 nach Engler u. Prantl, Fig. 3—5 Original.

Stets ungegliederte Milchsaftröhren und intraxyläres Phloëm vorhanden. Viele klimmende Formen, und zwar Spreizklimmer, windende oder rankende Pflanzen; bei diesen kommen gefurchte oder in radialer Richtung zerklüftete Holzkörper vor. Weniger

sur quelqu. Apoc. lactif. d. l. fl. d. Congo. Public. d. l'État indép. d. Congo, 1903. — Spire C., Contrib. à l'étude des Apocyn. etc. de l'Indo-Chine. Trav. d. lab. mat. med. École d. Pharm. sup. Paris, II., 1904. — Gilg E., Thoms H. u. Schedel H., Die *Strophanthus*-Frage. 1904. — Lee E., Not. on the anat. and morph. of *Pachypodium*. Ann. of Bot., XXVI., 1912. — Béguinot A. e Belosersky N., Revis. monogr. d. Gen. *Apocynum*. Mem. R. Acc. Lincei, 5., IX., 1913.

häufig Bäume und Sträucher; sukkulente, säulenförmige und wenig oder nicht verzweigte Bäume bei *Adenium* (Ostafrika, Arabien) und *Pachypodium* (Südafrika, Madagaskar). Entomogamie. Die Formen der kopfförmigen Verdickung des Griffels sind sehr mannigfaltig und stehen mit der Bestäubung insoferne im Zusammenhange, als dieser Verdickung die Antheren anliegen oder ankleben und nur an bestimmten Stellen Spalten zum Pollen, beziehungsweise zu den am unteren Teile des Kopfes befindlichen Narben führen. Der Mannigfaltigkeit der Fruchtformen entsprechend sind auch die Verbreitungsmittel sehr verschieden; Verbreitung der Früchte durch das Meereswasser bei *Tabernaemontana* und *Cerbera*; Verbreitung der Samen durch den Wind (Behaarung des ganzen Samens, Haarbüschel am Mikropylarende etc.) sehr häufig. Hauptverbreitung in den Tropen; weit über das Tropengebiet gehen einige Arten der Gattungen *Vinca* (Europa) und *Apocynum* (Nordamerika) hinaus.

A. ***Plumieroideae.*** Staubbeutel frei.— Hieher gehört eine Reihe wichtiger kautschukliefernder Pflanzen[96]), so *Landolphia florida* und *L. owariensis* (Westafrika), *L. Heudelotii* und *L. Klainii* (tropisch. Afrika), *L. gummifera* (Madagaskar), *Hancornia speciosa* (Brasilien — „Mangabeira“), *Willoughbya edulis* (malayisch) etc. — *Alstonia scholaris* (ind.-malay.) liefert „Korkholz“. — Offizinell: *Aspidosperma Quebracho-blanco* (Argentinien), „Cortex Quebracho“. — Viele Giftpflanzen. — Zierpflanzen: *Vinca minor*, Immergrün, Singrün (Europa) und *V. maior* (Südeuropa); *Tabernaemontana coronaria*, letztere in den Tropen kultiviert.

B. ***Echitoideae.*** Staubbeutel mit dem Griffelkopfe fest verbunden. — Kautschukpflanzen[96]): *Funtumia elastica* (westliches Afrika — „Silk Rubber“), *Mascarenhasia elastica* (Ostafrika) und *M. lisianthiflora* (Madagaskar). — Offizinell: „Semina Strophanthi“ und „S. Str. grati“, erstere besonders von *Strophanthus hispidus* (Westafrika) und *S. Kombe* (Ostafrika), letztere von *S. gratus* (Westafrika). — Textilfasern von *Apocynum cannabinum* (Nordamerika). — „Vegetabilische Seide“ liefern die Samenhaare von *Strophanthus* und von *Beaumontia grandiflora* (Indien). — Zierpflanzen: *Nerium Oleander*, Oleander (Mediterrangebiet), mit weißen, gelben oder roten, oft gefüllten Blüten, giftig; *Trachelospermum divaricatum* (Japan, China) u. a.

6. Familie: ***Asclepiadaceae***[97]). (Abb. 573 bis 575.) Krautige Pflanzen oder Holzpflanzen mit gegenständigen (seltener wechselständigen) einfachen

---

[96]) Vgl. Wildeman É. de, Les pl. trop. de gr. cult. Bruxelles 1902. — Wildeman É. de et Gentil L., Lianes coutch. d. l’État Indép. d. Congo. 1904. — Reintgen P., Die Kautschukpfl. Tropenpflanzer, VI. Beih., 1905.

[97]) Schumann K. in E. P., IV. 2., S. 189, 1895; Nachtr. III, S. 300; Nachtr. IV, S. 248. — Malme G. O., Über die *Asclepiadaceae*-Gattgn. *Mitostigma* u. *Amblystigma*, Ark. f. Bot., III., 1904; Forgrenings foshälland. oder infl. stalling hos d. bras. Asclep., K. Svenska Vet.-Akad. Forh., 1900; Die syst. Gliederung der Gattg. *Oxypetalum*, l. c., 1900; Üb. d. *A.*-Gattg. *Arauja* u. *Morrenia*, Ark. f. Bot., 1908. — Strasburger E., Einige Bemerk. zu der Pollenbildung bei *Asclepias*. Ber. d. deutsch. bot. Ges., XIX., 1901. — Stuart Gager C., The developm. of the Pollinium and Sperm Cells in *Asclepias*. Ann. of Bot., 1902. — Dop P., Sur le dével. de l’ovule des Asclep., Compt. rend. Paris, 1902; Rech. s. l. struct. et le développem. de la fleur d. Asclep., Toulouse 1903. — Thiselton-Dyer W. T., Evol. of Pitchers in *Dischidia*. Ann. of Bot., XVI., 1902. — Frye T. C., A. morphol. study of cert. Asclep. Bot. Gaz., 1902. — Perrot E., La *Menabea venenata*, ses caract. etc. Trav. Lab. Mat. med. École sup. Pharm. Paris, I., 1903; Journ. d. Bot., XVII., 1903. — Schlechter R. in Schumann u. Lauterbach, Nachtr. z. Fl. deutsch. Schutzgeb. in d. Südsee, 1905. — Constantin et Gailland, Rev. d. Ascl. de Madagasc., Ann. Sc. nat., 9. sér., Bot., VI., 1907. — Berger A., Il genere *Echinopsis*, Malpighia, XVI., 1902; Stapelien etc., Stuttgart 1910. — Glabisz J., Morphol. u. phys. Unters. an *Ceropegia Woodii*. Beih. z. bot. Zentralbl., XXIII., 1908. — Seefeldner G., Die Polyembryonie b. *Cyn. Vincet.*, Sitzber. Akad. Wiss. Wien, CXXI., 1912. — Kerr A. F. G., Not. on *Dischidia Raffl.* and

Blättern ohne Nebenblätter. Infloreszenzen mannigfaltig, doch wohl meist zymös. Blüten aktinomorph. Korolle mit gedrehter, seltener klappiger Ästivation. Staubgefäße frei oder mit dem Gynöceum zu einem Gynostegium verbunden, Pollenkörner in Tetraden oder zu Pollinien verbunden. Fruchtknoten oberständig (seltener etwas unterständig), 2blättrig, aus 2 getrennten Fächern bestehend. Griffel 2, nach oben zu einem Narbenkopf vereint, der im unteren Teile die Narben trägt. Frucht in 2 Balgkapseln gelöst. Samen mit Haarschopf.

Intraxyläres Phloëm und Milchsaftröhren stets vorhanden.

Die Familie schließt sich an die der Apocynaceen unmittelbar an; die Merkmale, durch welche sie sich von dieser unterscheidet, stellen eigentlich nur graduelle Steigerungen von Eigentümlichkeiten dar, die sich schon bei den Apocynaceen finden.

Eine in morphologischer und ökologischer Hinsicht sehr interessante und mannigfaltige Familie. In vegetativer Hinsicht seien folgende besonders auffallende Typen hervorgehoben: Windende Stämme häufig, bei Xerophyten knollenförmige Rhizome, Blattreduktion unter Beibehaltung zylindrischer Achsen bei *Periploca aphylla*, *Leptadenia pyrotechnica* u. a., Blattreduktion und kakteenähnliche Stammbildungen bei *Stapelia* (Abb. 573, Fig. 3), *Duvalia* (Südafr.), *Heurnia* (Südafr. bis Arab.), *Echidnopsis* (Ostafr., Arab.), *Hoodia* (Südafr.), *Trichocaulon* (Südafr.), *Tavaresia* (Südafr.), *Caralluma* (Spanien und Nordafrika bei Indien) u. a. (Abb. 575). Wasser- und humusspeichernde Schlauchblätter bei *Dischidia Rafflesiana* (Indien bis Australien, Abb. 574), *D. digitiformis* (Celebes), Nischenblätter bei *D. imbricata* (malayisch) u. a.

Blütenstände häufig extraaxillär; ob dies auf sympodialem Aufbau des ganzen Sprosses oder auf Konkauleszenz beruht, ist nicht klargestellt. Bei mehreren Gattungen kommen an den Enden miteinander verbundene Korollzipfel vor (z. B. *Ceropegia*, Abb. 573, Fig. 2). Innerhalb der Korolle befindet sich zumeist eine „Corona" (Abb. 573, Fig. 1, 6, 7*c*), die von sehr verschiedenem Baue und zweifachen Ursprunges sein kann. Entweder sie geht aus der Korolle hervor oder aus den Staubgefäßen; es können auch staminale und korollinische Koronen in derselben Blüte vorhanden sein. — Polyembryonie bei *Cynanchum*.

Sehr eigentümlich ist das Andröceum gebaut. Stets ist das Andröceum mit dem Gynöceum zu einem Gynostegium verbunden. Bei den Periplocoideen sind die Staubgefäße noch relativ frei, sie besitzen in den Antheren pulverigen Pollen in Tetraden. Zwischen den Antheren stehen „Translatoren" von becher- oder löffelförmiger Gestalt mit Klebscheiben am Grunde. Diese Translatoren, in deren löffelförmigen Teil der Pollen gelangt, spielen eine Rolle bei der Übertragung des Pollens.

Bei den Cynanchoideen bleiben die Pollenkörner jeder Antherenhälfte zu 1, seltener 2 wachsartigen Pollinien verbunden. Jedes Pollinium steht nun in Verbindung mit einem Arme der zwischen den Staubgefäßen am Narbenkopfe stehenden Translatoren. Jeder derselben besteht aus einem Klemmkörper und 2 Armen (Abb. 573, Fig. 8—11). Werden nun diese Translatoren durch Insekten, an deren Beine sich die Klemmkörper befestigten, herausgezogen, so bleiben an ihnen 2 Pollinien hängen, deren jedes aber einer anderen Anthere entstammt.

Alle die erwähnten Einrichtungen stellen extreme Anpassungen an die Insektenbestäubung dar. Die Anlockung der Insekten erfolgt durch Nektar, der zumeist in der Corona abgesondert wird. Bei den mit *Stapelia* verwandten Gattungen spielen Aasduft und trübrote Farben eine Rolle. Die Klebscheiben und Klemmkörper bewirken die Befestigung der pollenführenden Translatoren am Tierkörper, durch den der Pollen auf andere Blüten übertragen und dort (nachdem speziell die Pollinien eine Lageveränderung erfahren haben) zu den unter dem Narbenkopfe stehenden belegungsfähigen Stellen gebracht wird. Zu

---

D. Nummul. Not. bot. Trinit. Coll., Dublin, II, 1912. — Docters van Leeuwen J., Beitr. z. Kenntn. d. Lebensw. ein. *Dischidia*-Art. Ann. Jard. bot. Buitenz, XXVII., 1913. — Demeter K., Vergl. Asclepiadaceen-Stud. Flora, 115. Bd., 1922.

Abb. 573. *Asclepiadaceae.* — Fig. 1. Teil der Blüte v. *Periploca graeca.* — Fig. 2. Blüte v. *Ceropegia Sandersoni.* — Fig. 3. Sproß mit Blüte v. *Stapelia* sp. — Fig. 4. Blüte v. *Hoya bella*; Fig. 5 dieselbe von der Seite. — Fig. 6. Blüte v. *Cynanchum Vincetoxicum.* — Fig. 7—9. *Asclepias syriaca*; Fig. 7 Längsschnitt durch den inneren Teil der Blüte, das Gynöceum mit dem Narbenkopf *n*, die Antheren *a* und die staminale Corona *c* zeigend; Fig. 8 Gynöceum mit den dem Narbenkopfe anhaftenden Pollinien; Fig. 9 Translator m. d. Klemmkörper und den an den Enden der beiden Arme befindlichen Pollinien. — Fig. 10. Translator mit Pol-

linien von *Dichaelia ovata*; Fig. 11 dasselbe von *Gymnema stenophyllum*. — Fig. 12. Frucht v. *Asclepias* sp. (Typus d. *A. syriaca*) geöffnet. — Fig. 13. Samen derselben. — Fig. 14. Keimling v. *Caralluma* sp. — Fig. 2, 3, 12—14 nat. Gr., alle anderen vergr. — Fig. 7—9 nach Payer, 10 u. 11 nach Schumann in Nat. Pfl.-Fam., alles andere Original.

schwache Insekten bleiben oft an den Klemmkörpern hängen: zufälliger Insektenfang, der nichts mit Insektivorie zu tun hat.

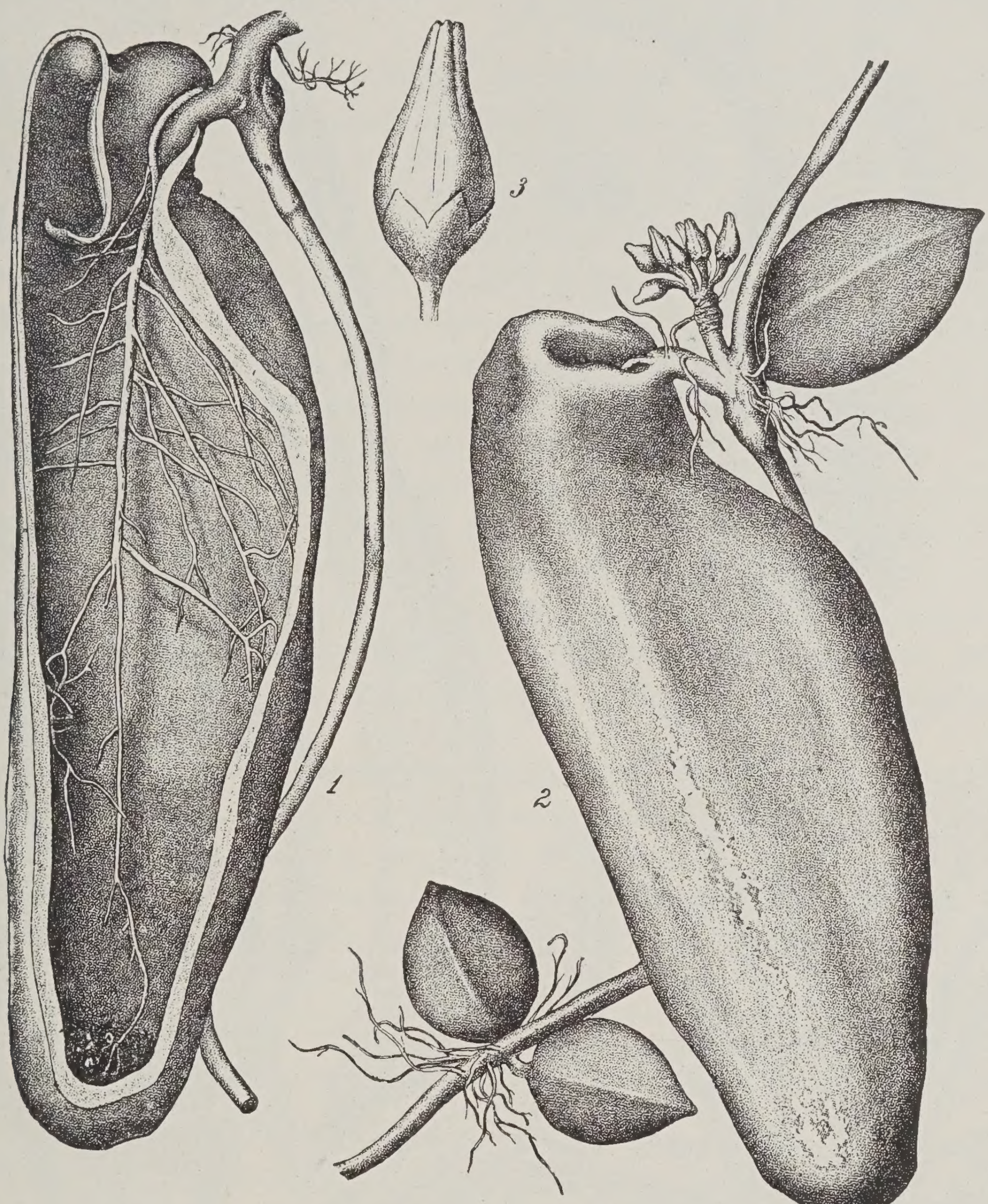


Abb. 574. *Asclepiadaceae. Dischidia Rafflesiana.* — Fig. 2. Sproß mit 1 Schlauchblatt. 3 Flachblättern und Infloreszenz. — Fig. 1. Schlauchblatt, längs durchschnitten, die der Aufnahme der Nahrung dienende Adventivwurzel zeigend. — Fig. 3. Blütenknospe. — Fig. 1 u. 2 nat. Gr., 3 vergr. — Original.

Als Verbreitungsmittel der Samen dient der fast allgemein vorkommende Haarschopf derselben (Abb. 573, Fig. 13).

Vorherrschend in den Tropen, weit nach Norden gehen in Europa und Asien *Cynanchum Vincetoxicum*, die Schwalbenwurz, in Nordamerika *Asclepias*-Arten.

A. **Periplocoideae.** Pollen in Tetraden. Translatoren becher- oder löffelförmig mit Klebscheiben. *Periploca graeca*, Mittelmeergebiet.

B. Cynanchoideae. Pollinien. Translatoren mit Klemmkörpern. Offizinell: „Cortex Condurango" von *Marsdenia Condurango* (Ekuador, Peru). — „Vegetabilische Seide" von geringem Werte liefern die Samenhaare mehrerer Asclep., so von *Asclepias currassavica*

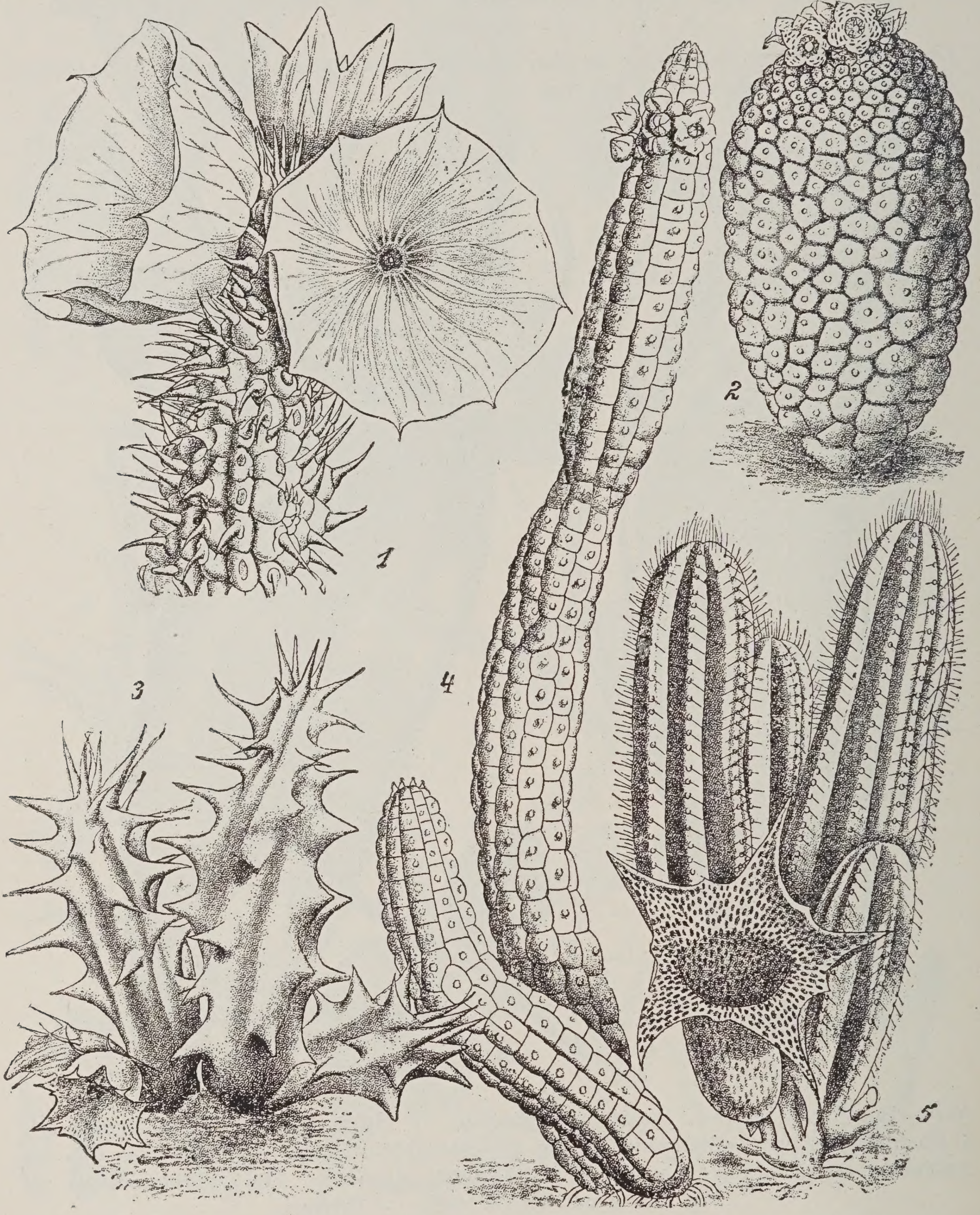


Abb. 575. *Asclepiadaceae* mit sukkulenten Stammbildungen. — Fig. 1. *Hoodia Bainii.* — Fig. 2. *Trichocaulon cactiforme.* — Fig. 3. *Heurnia Penzigii.* — Fig. 4. *Echidnopsis cereiformis.* Fig. 5. *Tavaresia Barklyi.* — Nat. Gr. — Fig. 1, 2, 5 nach Bot. Mag., 3 u. 4 Original.

(tropisch. Amerika) und *A. syriaca* (Nordamerika), von *Calotropis gigantea* (indo-malayisch) u. a. — Zierpflanzen des Zimmers und der Glashäuser: *Hoya carnosa* (China bis Australien), Wachsblume; *Ceropegia-*, *Stapelia-*, *Stephanotis*-Arten u. a.

7. Reihe. *Ligustrales.*

Blüten tetrazyklisch. Korolle aktinomorph, in der Knospenlage dachig oder klappig, meist tetramer. Staubgefäße 2. Fruchtknoten oberständig, 2blättrig, 2fächerig mit basilär oder apikal stehenden, apotropen Samenanlagen (1—2, seltener mehr in jedem Fache). 1 Integument. Blätter gegenständig. Intraxyläres Phloëm fehlt.

Die Reihe zeigt in mehrfacher Hinsicht Übereinstimmungen mit den *Contortae*, welche vielfach dazu geführt haben, die beiden Reihen zu vereinigen. Und doch scheinen die *Ligustrales* den *Contortae* nicht so nahe zu stehen, was sich in einigen wesentlichen Merkmalen ausdrückt (Plazentation, Fehlen des intraxylären Phloëms, Bau des Andrözeums usw.). Die Ähnlichkeiten dürften aber die Stellung der Reihe in der Nähe der *Contortae* rechtfertigen. Auch die Ergebnisse der sero-diagnostischen Untersuchungen[98]) sprechen dafür. Gleich den *Contortae* lassen sich die *Ligustrales* nicht mit den abgeleiteten Familien der *Tubiflorae* in Beziehungen bringen, sondern mit ursprünglicheren, bei denen noch Aktinomorphie vorherrscht.

Das relativ häufige Vorkommen choripetaler Korollen bei den *Ligustrales* könnte so gedeutet werden, daß sie einer choripetalen Reihe nicht zu ferne stehen. Dabei könnte speziell an die Reihe der *Celastrales* gedacht werden, in der ja auch Anklänge an die Sympetalen vorkommen (Sympetalie, 1 Integument, vgl. S. 736). Der genetischen Verbindung der *Ligustrales* mit den *Cucurbitaceae* (vgl. Alexnat, a. a. O.) stehen unüberwindliche morphologische Schwierigkeiten im Wege.

Einzige Familie: **Oleaceae**[99]). (Abb. 576.) Holzpflanzen ohne Nebenblätter. Korolle 4blättrig (doch auch mehrblättrig). Staubgefäße 2, selten mehr. Fruchtknoten 2fächerig, in jedem Fache 1—2, selten mehr Samenanlagen. Frucht eine Steinfrucht, Beere, Kapsel oder Schließfrucht.

Von histologischen Merkmalen ist das häufige Vorkommen kleiner Kalkoxalatkristalle und schildförmiger Haare erwähnenswert.

Heterostylie bei *Jasminum* und *Forsythia*, zwitterige und weibliche Blüten in derselben Infloreszenz bei *Syringa*-Arten, Zwitterigkeit und Eingeschlechtigkeit in verschiedenster Abstufung bei *Fraxinus*. *Fraxinus*-Arten der Sektion *Fraxinaster* anemogam, die übrigen Arten entomogam.

a) Frucht eine geflügelte Nuß: *Fraxinus*, Esche. *F. Ornus*, Mannaesche, Blumenesche (Südeuropa), mit Korolle, liefert aus Einschnitten der Rinde die offizinelle „Manna" (Hauptbestandteile Mannit und andere Zuckerarten). *F. excelsior*, Bergesche, in Europa, *F. americana*, *F. pubescens*, *F. platycarpa* u. a. in Nordamerika (alle korollenlos) liefern

---

[98]) Alexnat W., Sero-diagn. Unters. üb. d. Verw. innerh. d. *Sympetalae*. Bot. Arch., I., 1922.

[99]) Knoblauch E. in E. P., IV. 2, S. 1, 1892; Nachtr. IV, S. 283. — Gilg E., Übers. üb. d. Art. d. Oleac.-Gttg. *Schrebera*. Botan. Jahrb., XXX., 1901. — Baldacci A., Ricerche sulla strutt. d. foglie e del caule d. *Forsythia europaea*. Mem. Acad. Bologna, Ser. V., Tom. 8. — Koehne E., *Ligustrum* Sect. *Ibota*. Ascherson-Festschr., 1904. — Alquati P., Studi anat. e morfol. sull' Ulivo. Atti soc. Ligust. Sc. nat., XVII., 1906. — Lingelsheim A., Vorarb. z. ein. Monogr. d. Gttg. *Fraxinus*. Botan. Jahrb. f. Syst. usw., XL., 1907; in Engler A., Das Pflanzenreich. IV., 243., 1920.

Nutzhölzer und sind beliebte Parkbäume. — *Fontanesia* (Mediterrangebiet, Orient). — *b*) Frucht eine septizide Kapsel: *Syringa*, Flieder. Allgemein verbreiteter Zierstrauch: *S. vulgaris* (Südosteuropa); andere in Gärten häufig kultivierte Arten: *S. Josikaea* (Nordost-Karpathen), *S. Emodi* (Afghanistan bis China), *S. persica*, *S. chinensis* (die beiden letztwähnten dürften hybrider Herkunft sein)[100]). — *Forsythia*. Häufig kultivierte Ziersträucher:

Abb. 576. *Oleaceae*. — Fig. 1 *a* Einzelblüte, Fig. 1 *b* blühender Sproß von *Olea europaea*. — Fig. 2. Frucht derselben (Kulturrasse), Fig. 3 längs, Fig. 4 quer durchschn. — Fig. 5. Blüte von *Forsythia suspensa*. — Fig. 6. Andröceum und Gynöceum davon. — Fig. 7. Blüte von *Phillyrea angustifolia*. — Fig. 8. Blüte von *Fraxinus Ornus*. — Fig. 9. Frucht davon; Fig. 10 dieselbe im Querschn. — Fig. 11 zwitterige, Fig. 12 männl. Blüte von *Fraxinus excelsior*. — Fig. 13. Frucht von *Fontanesia phillyreoides*; Fig. 14 dieselbe quer durchschn. — Fig. 15 Frucht, Fig. 16 Samen von *Syringa vulgaris*. — Fig. 17. Frucht von *Ligustrum vulgare*, Fig. 18 u. 19 Querschnitte davon. — Fig. 2—4, 15, 17—19 nat. Gr., alles andere vergr. — Fig. 8, 11 u. 12 nach Hempel u. Wilhelm, die übrigen Original.

F. viridissima und *F. suspensa* (Ostasien), in neuerer Zeit auch *F. europaea* (Balkanhalbinsel). — *c*) Frucht eine Beere: *Ligustrum*. In Europa verbreitet und sehr häufig, besonders in Hecken gezogen *L. vulgare*, die Rainweide. *L. lucidum* (China) liefert infolge des Stiches von *Coccus Pela* weißes Wachs (ebenso *Fraxinus chinensis*). — *Jasminum*, Jasmin. Zahl-

[100]) Vgl. Schneider C. K., Die Gattg. *Syringa*. Wiener ill. Garten-Zeitg., 1903.

reiche Arten, besonders in wärmeren Gebieten, kultiviert und oft verwildert, so *J. officinale* (Südwestasien), *J. grandiflorum* (Himalaya) mit weißen, *J. humile* (Ostindien), *J. fruticans* (Südeuropa), *J. odoratissimum* (Kanaren, Madeira) mit gelben Blüten. Die Blüten mehrerer Arten (auch von *J. sambac* [Ostindien]) werden zur Gewinnung eines ätherischen Öles verwendet. — *d*) Frucht eine Steinfrucht: *Olea*. Bekannteste Art: *O. europaea*, der Ölbaum. Heimat: Orient. Seit alter Zeit im ganzen Mittelmeergebiete und darüber hinaus allgemein kultiviert und vielfach verwildert (Oleaster). In neuerer Zeit auch in Nordamerika, im Kaplande, in Australien kultiviert. Zahlreiche Kulturrassen. Die wilde oder verwilderte Pflanze dornig. Olivenöl aus dem Fruchtfleisch, eingesalzene Früchte (Oliven) als Nahrungsmittel, geschätztes Schnitz- und Möbelholz.

8. Reihe. *Rubiales.*

Blüten tetrazyklisch. Korolle aktinomorph oder zygomorph, tetramer oder pentamer. Staubgefäße in gleicher Zahl wie Kronenblätter oder weniger. Fruchtknoten unterständig, 1- bis mehrfächerig. 1 Integument. Blätter gegenständig.

Die Reihe der *Rubiales* ist, gleichwie die folgenden der *Cucurbitales* und *Synandrae*, ausgezeichnet durch das konstante Vorkommen unterständiger Fruchtknoten; wenn solche auch nicht ganz den vorhergehenden Reihen der Sympetalen mit tetrazyklischer Blüte (z. B. 6 und 7) fehlen, so treten sie bei diesen doch nur vereinzelt auf. Es wäre aber falsch, wenn man in diesem das Erkennen erleichternden Merkmal den wesentlichsten Unterschied der *Rubiales* von jenen Familien erblicken wollte; sie scheinen entwicklungsgeschichtlich mit ihnen nicht direkt zusammenzuhängen, sondern einen Zweig der Sympetalen darzustellen, der schon früher auftrat. Das konstante Auftreten unterständiger Fruchtknoten dürfte damit zusammenhängen, daß schon die dialypetalen Urformen der *Rubiales* unterständiges Gynöceum besaßen. Von Dialypetaleen, welche diesen Urformen nahestehen, kommen wohl in erster Linie die *Umbelliflorae*, insbesondere die *Cornaceae*[101]) in Betracht, bei denen sich vielfach Anklänge an die *Rubiales* finden (1 Integument, tetrazyklische Blüten, Wechsel von Tetramerie und Pentamerie, analoger Fruchtknoten- und Kelchbau usw.). Unter den Sympetalen stehen den *Rubiales* die *Ligustrales* am nächsten, was mit einer Verwandtschaft der mutmaßlichen Stammpflanzen beider Reihen zusammenhängen könnte.

Innerhalb der *Rubiales* zeigen sich die gleichen Entwicklungslinien wie bei den meisten anderen Reihen der Sympetalen (zunehmende Zygomorphie unter gleichzeitiger Reduktion im Andröceum und Gynöceum). Eine nähere Verwandtschaft mit der Reihe der *Synandrae* scheint trotz mehrfacher Ähnlichkeiten (Blütenstand und Fruchtknotenreduktion bei den Dipsacaceen) nicht zu bestehen; die erwähnten Ähnlichkeiten dürften vielmehr auf Konvergenz beruhen. Die Zusammengehörigkeit der unter dem Namen der *Rubiales* vereinigten Familien ist kaum zweifelhaft, mehrere derselben sind geradezu durch Zwischenformen (*Rubiaceae* und *Caprifoliaceae*, *Caprifoliaceae* und *Valerianaceae*, *Valerianaceae* und *Dipsacaceae*) miteinander verbunden.

[101]) Über die Möglichkeit, daß die *Cornaceae* eine andere Herkunft haben, als die anderen *Umbelliflorae* vgl. S. 744.

Sero-diagnostische Untersuchungen[102]) haben die Zusammengehörigkeit der in der Reihe vereinigten Familien ergeben, dagegen die geringe Verwandtschaft mit den *Tubiflorae* und *Contortae*. Schwache positive Reaktionen ergaben die *Valerianaceae* und *Dipsacaceae* mit den *Oleaceae*.

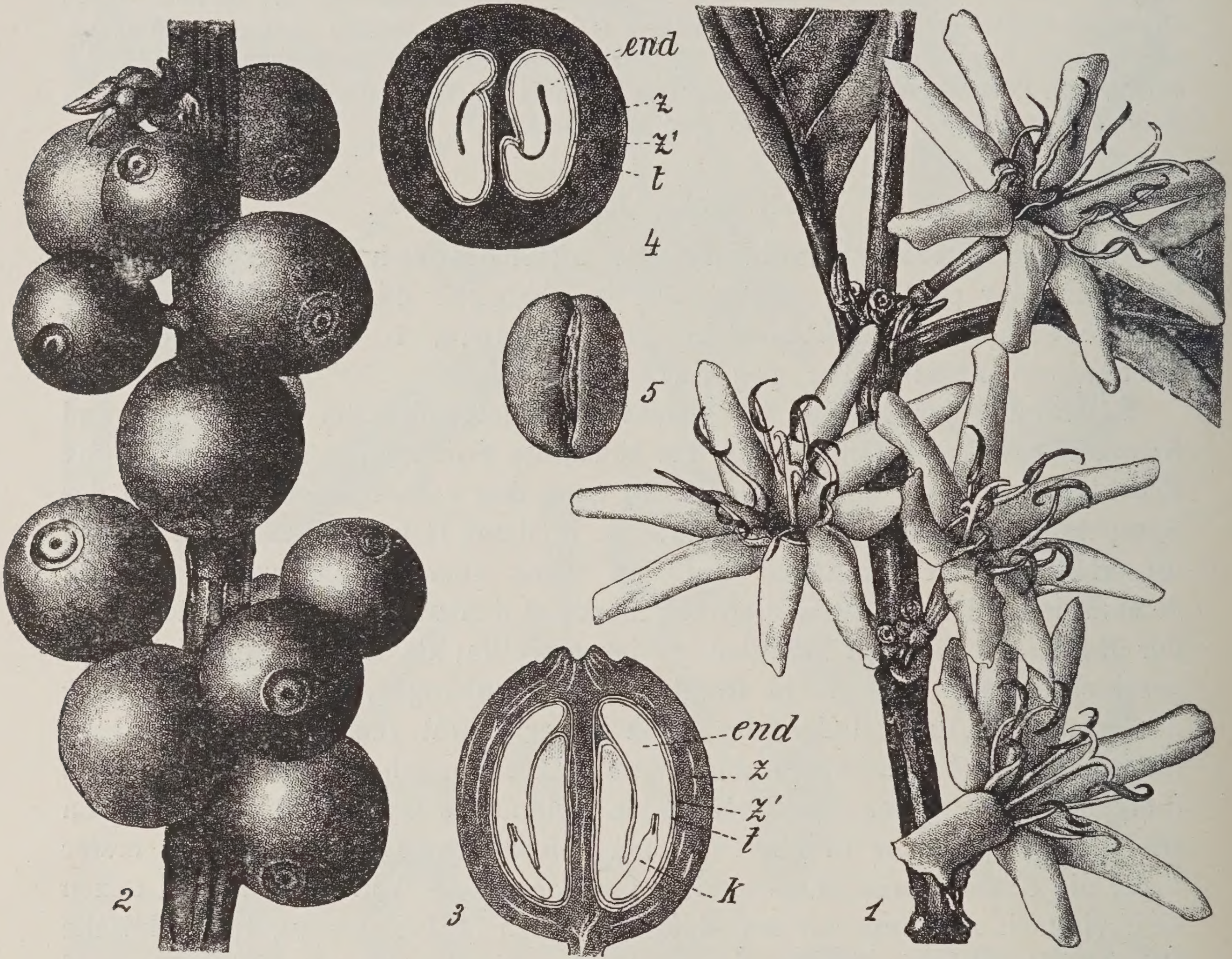


Abb. 577. *Rubiaceae. Coffea liberica.* — Fig. 1. Blütenzweig. — Fig. 2. Fruchtzweig. — Fig. 3. Frucht im Längsschnitte, Fig. 4 im Querschnitte; *end* Endosperm, *k* Keimling, *z* u. *z'* Fruchtwand, *t* Samenschale. — Fig. 5. Samen nach Entfernung der Samenschale. — Fig. 1 u. 2 nat. Gr., 3—5 etw. vergr. — Original.

1. Familie: **Rubiaceae**[103]). (Abb. 577 bis 580.) Kräuter oder Holzpflanzen mit dekussierten, meist ganzrandigen Blättern mit Neben-

[102]) Alexnat W., Sero-diagn. Unters. üb. d. Verw. innerh. d. Symp. Bot. Arch., I., 1922.

[103]) Schumann K. in E. P., IV. 4, S. 1, 1891; Nachtr. III, S. 326; Nachtr. IV, S. 290. — Solereder H., Ein Beitr. z. anatom. Charakt. u. Syst. d. Rubiac. Bull. herb. Boiss., I., 1893. — Valeton Th., Die Arten d. Gattg. *Coffea*, *Prismatomeris* u. *Lachnostoma*. Bull. Inst. bot. Buitenzorg, VIII., Nr. 1. — Zimmermann A., Über Bakterienknoten in d. Blätt. einiger Rubiaceen. Jahrb. f. wiss. Bot., XXXVII., 1901. — Lloyd F. E., The comp. embryolog. of the Rubiac. Mem. Torr. bot. Club, VIII., 1902. — Saint-Just S., Rech. anat. sur. l'appar. végét. aér. d. Rubiac. Paris 1904. — Holm Th., *Rub.* Anat. stud. of N.-Am. repres. Bot. Gaz., XLIII., 1907. — Pierpaoli J., Ric. anat., istol. ed embriol. s. *Putoria*. Ann. di Bot., XIV., 1916. — Takeda H., Some points in the morph. of stip. in *Stellatae*. Ann. of Bot., XXX., 1916.

blättern. Blüten meist aktinomorph, 4- bis 5zählig. Staubgefäße in der Regel den Blumenkronblättern gleichzählig. Fruchtknoten meist 2fächerig, doch auch 1- bis vielfächerig. Samenanlagen in jedem Fache 1 bis viele, anatrop, verschieden gestellt. Frucht eine Kagsel oder in 1samige Nüßchen zerfallende Spaltfrucht oder Beere oder Steinfrucht. Nukleäres Endosperm.

Die für die *Rubiaceae* sehr charakteristischen Nebenblätter sind von sehr mannigfaltigem Aussehen, sie stehen intrapetiolar oder interpetiolar, sind nicht selten miteinander verwachsen, mit Stieldrüsen besetzt oder durch Gruppen solcher vertreten, bei den Gattungen

Abb. 578. *Rubiaceae.* — *Coffea arabica.* Blüten- und Fruchtzweig. — Verkl. — Nach einer käufl. Photographie.

aus der Verwandtschaft von *Galium* laubartig und vermehrt usw. Lianen kommen vor (windend z. B. *Manettia*, mit hakenartigen Axillarsprossen klimmend z. B. *Uncaria* usw.), ebenso Epiphyten. Symbiose mit Bakterien, welche sich besonders in knotenartigen Verdickungen der Blätter finden und schon bei Bildung der Embryonen in diese einwandern, bei *Pavetta-* und *Psychotria*-Arten[104]). Mehrere Eigentümlichkeiten der vegetativen Organe werden mit Myrmekophilie in Zusammenhang gebracht (ob in allen Fällen mit Recht?), so die Hypokotylknollen (im Innern mit Hohlräumen, die nach außen münden) von *Myrmecodia*[105]) (Abb. 579) (Indien bis Australien) und *Hydnophytum* (indo-malayisch), blasige

[104]) Faber F. C. v., Das erbl. Zusammenleben von Bakt. u. trop. Pfl. Jahrb. f. wiss. Bot., LI., 1912.

[105]) Miehe H., Üb. d. javan. *Myrmec.* u. d. Bez. zu ihr. Ameisen. Biol. Zentralbl., XXXI., 1911.

Auftreibungen an der Blattbasis bei *Duroia saccifera* (Brasilien) und *Remijia physophora* (Südamerika), Hohlräume in den Stammknoten bei mehreren Gattungen. Entomogamie allgemein; Ornithogamie bei *Manettia*; Vergrößerung des Schauapparates durch petaloide

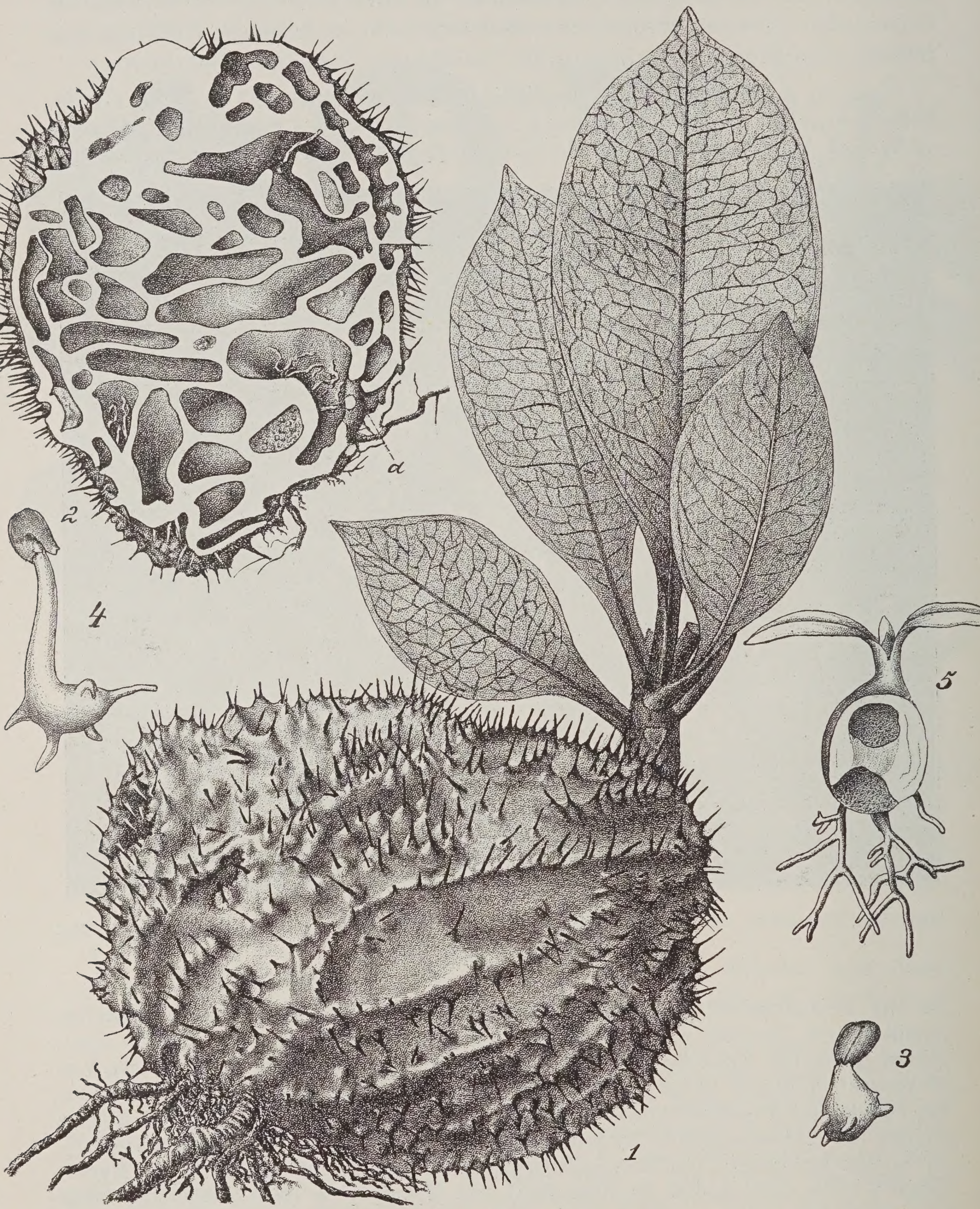


Abb. 579. *Rubiaceae*. — *Myrmecodia „echinata"*. — Fig. 1. Ganze Pflanze. — Fig. 2. Stammknollen durchschn., *a* Eingang in die Hohlräume. — Fig. 3—5. Keimlinge; Fig. 5 mit durchschn. Knollen, zeigt die Anlage der Hohlräume ohne Intervention der Ameisen; das Exemplar wurde frei von solchen gezogen. — Fig. 1 u. 2 etw. verkl., 3—5 etw. vergr. — Original.

Ausbildung einzelner Kelchblätter bei *Mussaenda*, *Calycophyllum* u. a. Eigentümliche Einrichtung zum Ausschleudern des Pollens bei *Posoqueria*. Heterostylie sehr verbreitet. Anemogamie bei *Nertera* (Neuseeland). Als Flugorgane fungierende Kelchblätter bei *Alberta* u. a., behaarte Klettfrüchte bei *Asperula* und *Galium*-Arten, geflügelte Samen bei *Cinchona* und mehreren anderen Gattungen. Nach den Untersuchungen von Lloyd findet in den Samenanlagen Haustorienbildung aus einer Antipodenzelle und aus dem Suspensor statt.

Unterfamilien:

A. Cinchonoideae. Fruchtknotenfächer mit zahlreichen Samenanlagen.

a) Frucht eine Kapsel: Arten der Gattung *Cinchona* liefern die medizinisch verwendete Chinarinde („Cortex Chinae", Abb. 580). Besonders kommt hiefür *C. succirubra* in Betracht, ferner *C. Calisaya*, *C. Ledgeriana* u. a. Die Heimat aller Arten sind die Kordilleren Südamerikas, doch werden sie jetzt im großen kultiviert (Java, Indien, Jamaika usw.[106]) — *Uncaria Gambir* (indo-malayisch) liefert das „Gambir - Katechu" (offiinell), welches durch Extrahieren aus den Zweigen und Blättern gewonnen wird. — Zierpflanzen besonders *Bouvardia ternifolia*, *B. flava* u. a. (Zentralamerika).

b) Frucht saftig: Genießbare Sammelfrüchte von *Sarcocephalus sambucinus* (tropisches Westafrika), *Alibertia edulis* (Brasilien). — *Burchellia bubalina* (Kap) liefert „Büffelholz". — *Gardenia jasminoides* (= *G. florida*) (China) beliebte Zierpflanze und in tropischen Gebieten hie und da verwildert. Diese Art, sowie *G. grandiflora* (Ostasien) liefern die „Gelbschoten" (Färbemittel).

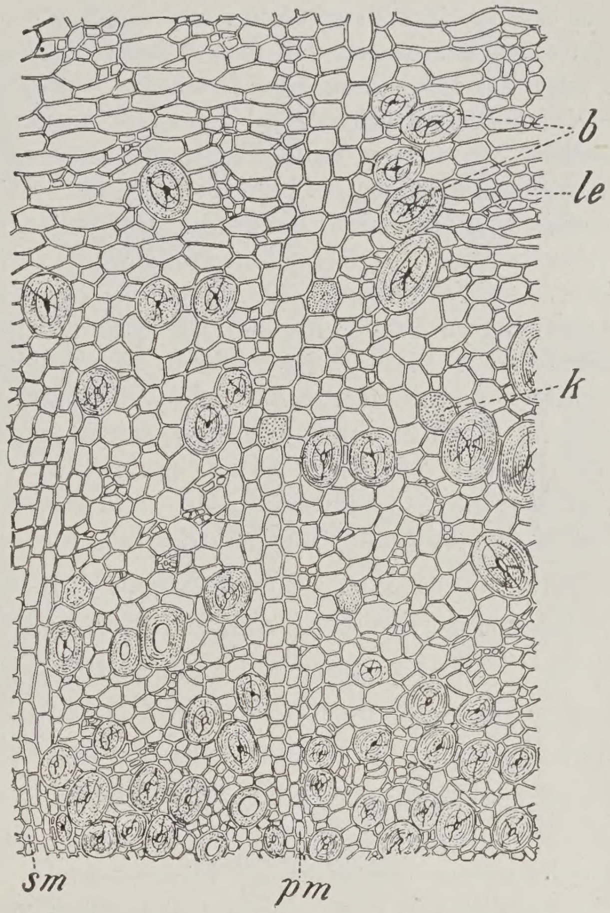


Abb. 580. *Rubiaceae*. — Cortex Chinae (*Cinchona succirubra*), Querschnitt; *b* Bastfasern, *e* Siebgruppen, *pm* primärer, *sm* sekundärer Markstrahl, *k* Kristallsandzellen, *le* Siebgruppen. — 125fach vergr. — Nach Gilg.

B. Coffeoideae. Fruchtknotenfächer mit 1 Samenanlage.

a) Samenanlagen hängend, Mikropyle nach oben gerichtet (analog wie bei einigen Cornaceen unter den Umbellifloren). — *Plectronia*, *Guettarda*. — *Chiococca brachiata* (Südamerika), in der Heimat als Mittel gegen Schlangenbiß sehr geschätzt.

b) Samenanlagen aufsteigend. Mikropyle nach unten gerichtet: *Coffea*[107]). Baumförmig. Drei Arten der Gattung liefern die „Kaffeebohnen" des Handels, nämlich *C. arabica* (Korolle 5lappig), deren Heimat Abessinien ist, *C. liberica* (Korolle 6- bis 8lappig), in Liberia einheimisch, und *C. stenophylla* (Korolle 5- bis 7lappig) aus Sierra Leone. Außerdem

---

[106]) Vgl. die Literatur in Schumann, l. c., ferner Flahault Ch., Les Quinquinas, leur patrie, leur introduct. usw. La Géogr., IX., 1904.

[107]) Vgl. Froehner in Notizbl. d. k. bot. Gartens Berlin, I., S. 230, 1897. — Wildemann E. de, Les plantes trop. d. gr. culture. Bruxelles 1892. Mat. p. u. étude bot.-agron. d. g. *Caffea*. Ann. Jard. bot. Buitenz., 3., Suppl. 1910. — Mariani J., Les Caféiers. Struct. anat. d. l. feuille. Sous-le-Saunier 1908. — Faber J. C. v., Morph.-phys. Unters. d. Bl. von *C.*-Art. Ann. Jard. bot. Buitenz., XXV., 1912.

werden mehrere Arten derzeit ganz lokal kultiviert, so *C. canephora* (Kongo). Die erstgenannte Art ist am längsten in Kultur und wird in den Tropen und Subtropen der ganzen Erde gepflanzt, besonders in Südbrasilien. Im tropischen Asien hat sie in neuerer Zeit sehr durch *Hemileia vastatrix* (vgl. S. 225) gelitten und wird durch die widerstandsfähigere *C. liberica* ersetzt. Besonders *C. arabica* besitzt mehrere Kulturrassen, so die gelbfrüchtige var. *amarella* in Brasilien, die weißfrüchtige var. *leucocarpa* u. a. m. Die Handelsware besteht aus den von der Fruchtwand und der Testa (silberglänzende Haut) befreiten Samen. Die Befreiung der Samen von dem fleischigen Mesokarp und dem pergamentartigen Endokarp erfolgt auf trockenem oder feuchtem Wege. Im ersteren Falle werden die zumeist roten Steinfrüchte getrocknet und dann auf mechanischem Wege von der trockenen Fruchtwand befreit, im zweiten Falle werden die Samen mit dem Endokarp ausgequetscht und wird letzteres erst später mechanisch entfernt. — *Cephaëlis Ipecacuanha* (= *Uragoga Ip.* = *Psychotria Ip.*) (Brasilien) liefert die offizinelle „Ipecacuanhawurzel“, „Radix Ipecacuanhae“, „Brechwurzel“. — Holzpflanzen: *Erithalis fruticosa* (Antillen), „Zitronenholz“, *Ixora ferrea* (Antillen, Westindien), „Eisenholz“. — Die Wurzeln von *Morinda*-Arten (Tropen, besonders Asien) liefern Farbstoffe. — Die Gruppe der *Galieae* umfaßt viele krautige Arten extratropischer Gebiete, ausgezeichnet durch die laubigen Nebenblätter, daher scheinbar mit quirligen Laubblättern: *Sherardia*, *Asperula*, *Galium*, *Rubia*. Die kumarinhaltige *Asperula odorata*, Waldmeister (Europa, Asien), dient zum Würzen des Weines („Maitrank“). *Rubia*-Arten, wie *R. tinctorum*, der Krapp (Südeuropa), *R. peregrina* (Mittelmeergebiet) und *R. cordifolia* (Südasien, Ost- und Südafrika) liefern in ihren unterirdischen Teilen Farbstoff („Alizarin“ und „Purpurin“) und werden darum kultiviert.

2. Familie: **Caprifoliaceae**[108]). (Abb. 581, Fig. 1—5, 7, 8, 13.) Der vorigen Familie sehr nahe stehend und nur schwer gegen diese abgrenzbar. Blätter häufig gezähnt, gelappt oder gefiedert. Nebenblätter häufig fehlend oder wenig ausgebildet. Drüsenhaare auf den Blättern sehr häufig (bei den Rubiaceen sehr selten). Blüten sehr häufig zygomorph. Frucht eine Beere oder Steinfrucht.

Windende Stämme bei *Lonicera*-Arten. An der Basis miteinander verwachsene („stengeldurchwachsene“) Blätter bei *Lonicera*-Arten. Entomogamie und Ornithogamie. Erhöhung der Auffälligkeit der Infloreszenzen durch vergrößerte Randblüten bei *Viburnum*-Arten. Klettfrüchte bei *Linnaea*-Arten.

Hauptverbreitung in den gemäßigten Klimaten der nördlichen Hemisphäre: *Sambucus*. Blüte aktinomorph, Antheren extrors, Blätter fiederschnittig. Gerbstoffschläuche in der Rinde und im Mark. *S. nigra*, schwarzer Holunder, Holler, sehr verbreitet in Europa und Vorderasien. Offizinell: „Flores Sambuci“. Früchte genießbar. Holundermark. *S. racemosa*, Hirschholler, mit roten, nur im gekochten Zustande genießbaren Beeren. *S. Ebulus*, Attich (Europa, Nordafrika, Vorderasien), Staude, giftig. — *Viburnum*. Blüten meist aktinomorph, Antheren intrors, Blätter ungeteilt oder gelappt, Steinfucht mit 1 Stein. *Viburnum Opulus*, Schneeball (Europa, Asien, Nordamerika). In Gärten häufig eine

---

[108]) Fritsch K. in E. P., IV. 4, S. 156, 1891; Nachtr. III, S. 330; Nachtr. IV, S. 301. — Fritsch K., Die Gatt. d. Caprif. Verh. zool.-bot. Ges. Wien, XLII., 1892. — Linsbauer K., Beitr. z. vergl. Anat. d. Caprif. Verh. d. zool.-bot. Ges. Wien, XLV., 1895. — Vidal L., Sur la struct. et le développem. du pistil et d. fr. d. Capr. Ann. d. l'Univ. Grenoble, 1897. — Casali C., Appunti sull'eterofillia nelle Caprifol. Bull. Soc. bot. Ital., 1900. — Graebner P., Die Gattung *Linnaea*. Bot. Jahrb., XXIX., 1901. — Arber E. A. N., On the synanthy in the gen. *Lonicera*. Journ. Linn. Soc. Bot., XXXVI., 1903. — Rehder A., Synops. of the gen. *Lonicera*, Ann. Rep. Missouri Bot. Gard., 1903. — Thouvenin M., Observ. sur l. gl. petiol. d. *Vib. Op.* Rev. gén. de Bot., 1903. — Tieghem Ph. v., Remarque s. l'orient de l'embr. d. Caprif. Ann. sc. nat., sér. 9., Bot., VII., 1908. — Schwerin Fr. Grf. v., Monogr. d. Gttg. *Sambucus*. Mitt. d. d. dendrol. Ges., Nr. 18, 1909. — Horne A. S., A Contrib. to the study of the evol. of flow. etc. Transact. Linn. Soc. London, 2. Ser., VIII., 1914.

Form mit durchwegs vergrößerten sterilen Blüten. *V. Lantana*, sehr verbreitet in Europa, *V. lantanoides* in Nordamerika, *V. Tinus*, mit immergrünen Blättern, im Mediterrangebiet, viel kultiviert. — *Lonicera.* Blüten zygomorph, Antheren introrse, Blätter ungeteilt, armsamige Beere. Artenreiche Gattung; viele Formen in Gärten, so von kletternden Arten: *L. Caprifolium*, Geisblatt (Südeuropa, Vorderasien), *L. Periclymenum* (Westeuropa),

Abb. 581. *Caprifoliaceae* (Fig. 1—5, 7, 8, 13) und *Valerianaceae* (Fig. 6, 9—12). — Fig. 1. Infl. v. *Lonicera nigra.* — Fig. 2. Blüte v. *L. etrusca.* — Fig. 3. Doppelbeere v. *L. alpigena.* — Fig. 4. Dieselbe längs durchschn. — Fig. 5. Blühender Sproß v. *Linnaea borealis.* — Fig. 6. Blüte v. *Centranthus ruber.* — Fig. 7. Blüte v. *Sambucus nigra.* — Fig. 8. Fruchtkn. ders., längs durchschn. — Fig. 9. Blüte v. *Valeriana montana.* — Fig. 10. Fr. v. *V. officinalis*, längs durchschn. — Fig. 11. Fruchtknoten v. *V. officinalis*, längs durchschn. — Fig. 12. Diagramm v. *V. officinalis.* — Fig. 13. Diagramm v. *Sambucus Ebulus.* — Fig. 1—11 vergr. — Fig. 1 nach H. Müller, 5 nach Wittrock, 7 u. 8 nach Berg u. Schmidt, 12 u. 13 nach Eichler, sonst Original.

L. etrusca (Mediterrangebiet), *L. sempervirens* und *L. grata* (Nordamerika), von nicht kletternden Sträuchern *L. Xylosteum*, Heckenkirsche (Europa, Asien), *L. tatarica* (Mitteleuropa bis Ostasien) u. v. a. Blüten häufig in 2blütigen Infloreszenzen und dann oft die beiden Früchte miteinander verwachsend. — *Symphoricarpus racemosus*, Schneebeere (Nordamerika), in Gärten allgemein gezogen, mit dimorphen Blättern; gleichfalls oft

kultiviert *Diervilla rosea*, Weigelie (China) — *Linnaea borealis*[109]), verbreitet in den kälteren Gebieten Europas, Asiens und Nordamerikas.

Die früher vielfach zu den Saxifragaceen gestellte Gattung *Adoxa* (*A. Moschatellina*, Moschuskraut, nördl. extratropisch) scheint sicher hierher zu gehören[110]). Auch als Vertreterin einer eigenen, sich hier anschließenden Familie (*Adoxaceae*) aufgefaßt.

3. Familie: **Valerianaceae**[111]). (Abb. 581, Fig. 6, 9 bis 12.) Krautige Pflanzen oder Halbsträucher mit gegenständigen, oft fiederteiligen Blättern ohne Nebenblätter. Blüten ohne Symmetrieebene. Kelch und Korolle meist pentamer, ersterer zur Blütezeit meist unscheinbar, später oft vergrößert. Staubgefäße 1—4. Fruchtknoten der Anlage nach 3blättrig und 3fächerig, stets nur 1 Fach fruchtbar mit 1 hängenden Samenanlage (in den verkümmerten Fächern reduzierte Samenanlagen). Nuß.

Infloreszenzen stets deutlich zymös. Einzelne *Valeriana*-Arten sind klimmend (z. B. *V. scandens*, Westindien). Bildung unterirdischer Knollen bei *V. tuberosa* (Mediterrangebiet, Vorderasien) u. a. Bemerkenswert ist die fortschreitende Reduktion im Andröceum: 4 (ausnahmsweise 5) Staubgefäße bei *Patrinia* (Asien), 3 Staubgefäße bei *Valerianella* und *Valeriana*, 2 Staubgefäße bei *Fedia* (Mediterrangebiet), 1 Staubgefäß bei *Centranthus* und *Patrinia monandra*. Gespornte Korollen bei *Plectritis* (Amerika) und *Centranthus*. Entomogamie. Nur eingeschlechtige (*Valeriana dioica*), oder eingeschlechtige neben zwittrigen Blüten bei mehreren *Valeriana*-Arten. Verschiedene Verbreitungsmittel an den Früchten, die insbesondere auf entsprechende Ausbildung des Kelches zurückzuführen sind, so pappusartiger Fruchtkelch als Flugorgan bei *Valeriana* und *Centranthus*, hakige Kelchzähne bei einigen *Valerianella*-Arten. Flügelbildung an der Frucht (Fruchtwand oder Vorblatt) bei *Patrinia*- und *Valerianella*-Arten.

Offizinell: „Radix Valerianae", die unterirdischen Teile von *Valeriana officinalis*, Baldrian (Europa, Asien); mehrere Arten in ihrer Heimat medizinisch verwendet. — Die jungen Blattrosetten mehrerer *Valerianella*-Arten (z. B. *V. olitoria* u. a.) werden als Salat (Feldsalat, Vogerlsalat, Rapunzelsalat) verwendet und darum die Pflanzen hie und da kultiviert. — Zierpflanze: *Centranthus* (= *Kentranthus*, 1790) *ruber* (Mittelmeergebiet.)

4. Familie: **Dipsacaceae**[112]) (= *Scabiosaceae* 1763). (Abb. 582.) Kräuter oder Halbsträucher mit gegenständigen Blättern ohne Nebenblätter. Blüten

---

[109]) Vgl. Wittrock V. B., *Linnaea borealis* L., en mångformig art. Acta horti Bergiani, 4., 1907. — Giger E., *L. b.*, Eine monogr. Studie. Beih. bot. Zentralbl. 2., XXX., 1913.

[110]) Fritsch K. in E. P., IV. 4, S. 170, 1891. — Nowak K. in Öst. bot. Zeitschr., 1905. — Eichinger A., Vergleich. Entwicklungsg. v. *Adoxa* u. *Chrysosplenium*. Mitt. d. Bayer. Bot. Ges., II., 1907. — Lagerberg T., Stud. üb. d. Entwickl. u. syst. Stellung von *Adoxa Mosch.* Kungl. Sv. Vet. Akad. Handl., 44., 1909. — Sturm K., Monogr. Stud. üb. *Adoxa Mosch.* Vierteljahrsschr. d. Naturf. Ges. Zürich, LIV., 1910. — Rantaniemi A. in Medd. soc. pr. f. et fl. Fenn., XLVI., 1921.

[111]) Höck F. in E. P., IV. 4, S. 172, 1891; Nachtr. III, S. 332; Nachtr. IV, S. 302. — Derselbe, Verwandtschaftsbez. der Val. u. Dipsac. Bot. Jahrb., XXXI., 1902. — Suksdorf, Key to the Spez. of *Plectritis* and *Aligera*. Erythea, VI., 1898. — Vidal L., Contrib. à l'anat. des Valérian. Ann. Univ. Grenoble, XV., 1903. — Graebner P., Die Gattungen d. nat. Fam. der Valerian. Bot. Jahrb., XXXVII., 1906. — Paglia E., Sull. affin. tra Valerian. e Disp. sec. le idee del Prof. Höck. Boll. Soc. Nat. Napol., 1906. — Tieghem Ph. v., Orient. d. l'ovule d. l. pist. et de l'embryo etc. chez les Val. Ann. Sc. nat., 9. sér., Bot., VIII., 1908. — Gregory R. P., The forms of flow. in *Valer. dioica*. Journ. of the Linn. Soc., Bot., XXXIX., 1909. — Asplund E., Stud. üb. d. Entw.-Gesch. d. Bl. einig. *Val.* K. Sv. Vet. Akad. Handl., 61., 1920.

[112]) Höck F. in E. P., IV. 4, S. 182, 1891; Nachtr. III, S. 333; Nachtr. IV, S. 306. — Derselbe, Verwandtschaftsbez. der Valerian. und Dips. Bot. Jahrb., XXXI., 1902.

Abb. 582. *Dipsacaceae.* — Fig. 1. Infloreszenz von *Scabiosa graminifolia*, von oben gesehen. — Fig. 2. Randständige, Fig. 3 mittelständige Blüte davon; *k* Kelch, *ak* Außenkelch. — Fig. 4. Fruchtstand davon; Fig. 5 Frucht davon von oben, Fig. 6 von der Seite gesehen. — Fig. 7. Junger Fruchtstand von *Dipsacus silvester.* — Fig. 7 verkl., alle anderen vergr. — Original.

mit einem „Außenkelch", der aus Hochblättern gebildet ist, in köpfchenförmigen oder scheinquirligen Infloreszenzen, welche von sterilen

— Čelakovský L., Üb. d. Blütenstand v. *Morina* u. d. Hüllkelch der Dips. Bot. Jahrb., XVII., 1893. — Günthart A., Beitr. z. Blütenbiol. d. Dipsac. Flora, 93., 1904. — Gjurašin S., Povijest razvoja inflor. kad. Dips. Agram 1904. — Fischer J., Beitr. zur Syst. d. Dipsac. Lotos, 1906. — Tieghem Ph. v., Rem. s. l. Dips. Ann. Sc. nat., 9. sér., Bot., X., 1909.

„Hüllblättern“ umgeben sind. Kelch 5- bis vielzähnig, Zähne oft borstenförmig oder rückgebildet. Korolle zygomorph, 5- bis 4lappig (im letzteren Falle durch Vereinigung zweier Blätter). Staubgefäße 4 oder weniger. Fruchtknoten 1fächerig, 1samig. Samenanlage hängend. Achänen.

Trotz der großen Ähnlichkeit mehrerer Gattungen (*Dipsacus*, *Cephalaria* u. a.) mit Kompositen, welche auf einem ähnlichen Baue der Infloreszenz, auf ähnlicher Ausbildung des Kelches und der Frucht beruht, ist an eine nähere Verwandtschaft mit diesen nicht zu denken; die verwandtschaftlichen Beziehungen zu den übrigen *Rubiales* sind klar.

Dornige Blätter, besonders Hochblätter, bei *Morina* (Asien, Mittelmeergebiet) und *Dipsacus*. Entomogamie allgemein. Die Außenkelche fungieren bei mehreren Gattungen (*Scabiosa*, *Pterocephalus*) als Flugorgane.

Die Köpfchen von *Dipsacus sativus*, Weberkarde, mit ihren zurückgebogenen starren Spreublättern werden bei der Tuchfabrikation (zum Aufkratzen) verwendet. Alte Kulturpflanze, die wahrscheinlich auf die südwesteuropäische *D. ferox* zurückzuführen ist. — Zierpflanzen: *Scabiosa atropurpurea* (Mediterrangebiet), *S. caucasica* (Kaukasus). — Artenreiche Gattungen: *Scabiosa*, *Knautia*[113]).

Hier schließt wahrscheinlich die kleine Familie der (5.) **Calyceraceae**[114]) an, welche wegen der Gestalt der Infloreszenzen und wegen der zusammenneigenden Antheren gewöhnlich (auch in der II. Aufl. dieses Buches) in die Nähe der Compositen gestellt wurde. Von diesen verschieden durch die hängende, anatrope Samenanlage, durch reichliche Endospermbildung im Samen, durch die ungeteilte Narbe und die verwachsenen Filamente. — *Acicarpha*, *Calycera* (S. Am.).

9. Reihe. *Cucurbitales.*

Blüten tetrazyklisch, aktinomorph, pentamer. Staubgefäße in gleicher Zahl wie die Korollblätter, selten frei, meist mehr oder minder miteinander verwachsen, mit einfächerigen Antherenhälften, extrorsen Antheren. Fruchtknoten unterständig, meist 3fächerig, 2 Integumente, das innere oft zart und schwindend. Endospermbildung nukleär.

Die Stellung der *Cucurbitaceae* im Systeme ist kontrovers. Auf der einen Seite zeigen sie recht klare morphologische Beziehungen zu den *Caricaceae*, *Passifloraceae* und *Achariaceae* unter den Dialypetaleen (vgl. S. 648); bemerkenswert ist im Hinblick darauf, daß gerade bei diesen Familien auch sympetale Korollen vorkommen. Auf der anderen Seite sind schon oft Ähnlichkeiten mit den Familien der *Synandrae*, speziell mit den *Campanulaceae* hervorgehoben worden; diese haben den Verfasser auch dazu bestimmt, in den vorhergehenden Auflagen dieses Buches die *Cucurbitaceae* der Reihe der *Synandrae* einzufügen.. Die Annahme einer nahen Verwandtschaft mit den *Synandrae* hat in jüngster Zeit eine Stütze erhalten durch sero-

---

[113]) Vgl. Briquet J., Les *Knautia* du sud-ouest de la Suisse. Ann. d. Cons. et d. Jard. bot. Genève, 1902. — Borbás V., Revisio Knautiarum. Act. scient. Inst. bot. Kolozsvár, 1904. — Szabó Z. v., Monogr. d. G. *Kn.*, Bot. Jahrb. f. Syst. usw., XXXVI., 1905; Ind. crit. spec. atque syn. gen. *Knautia*, Bot. Jahrb. f. Syst. usw., XXXVIII., 1907; System. Übers. d. *K.* der Länd. d. ung. Kr., Bot. Közlemények, 1910.

[114]) Vgl. Höck F. in E. P., IV. 5, S. 84, 1889; Nachtr., S. 336. — Reiche C., Beitr. z. Syst. d. *C.* Bot. Jahrb., XXIX., 1901. — Colozza A., Note anat. s. *C.* Bull. Soc. bot. Ital., 1909. — Warming E., Observ. s. l. val. syst. d. l'ov., Kopenhagen 1913. — Dahlgren O., Üb. d. Embryol. v. *Acicarpha*. Sv. bot. Tidskr., IX., 1915.

diagnostische Untersuchungen[115]), welche klare Reaktionen des Cucurbitaceen-Serums mit Campanulaceen und Compositen ergab. Ebenso wurde die Zuweisung der *Cucurbitaceae* zu den Sympetalen überhaupt durch positive Reaktionen ihres Serums mit fast allen Sympetalenreihen *(Tubiflorae, Contortae, Ligustrales, Rubiales)* gestützt, während positive Reaktionen gerade mit den *Caricaceae* ausblieben. Eine bedeutende Abschwächung der Bedeutung haben allerdings diese sero-diagnostischen Resultate durch den Umstand erfahren, daß das verwendete Cucurbitaceen-Serum eine außerordentliche Reichweite besaß. An einer Verwandtschaft der *Cucurbitaceae* mit den genannten Familien der *Parietales (Caricaceae, Passifloraceae, Achariaceae)* möchte ich nicht zweifeln; wenn ich sie hieherstelle, so geschieht dies unter neuerlicher Betonung des Umstandes, daß ich die Sympetalen als polyphyletische Gruppe, zusammengesetzt aus Abkömmlingen verschiedener Dialypetaleen, ansehe.. Die *Cucurbitaceae* sind sympetal, sie verhalten sich zu den Parietales analog wie die *Plumbaginales* zu den Centrospermen.

Beziehungen der *Cucurbitaceae* zu den *Synandrae* scheinen vorhanden zu sein, nur halte ich sie nicht mehr für so enge, daß eine Vereinigung in derselben Reihe angemessen erscheint. Der Bau des Andröceums ist ein ganz anderer, speziell das „Synandrium" ist hier durch wirkliche Verwachsung entstanden, der Bau des Gynöceums mit seiner parietalen Plazentation ist abweichend, die Samenanlagen haben 2 Integumente und einen kräftig ententwickelten Nuzellus; dazu kommen anatomisch-physiologische Unterschiede (Fehlen der Milchsaftröhren, Fehlen des Inulin usw.), die nicht zu unterschätzen sind.

1. Familie: **Cucurbitaceae**[116]) (= *Bryoniaceae* 1763). (Abb. 583 u. 584.) Krautige Pflanzen oder Sträucher oder kleine Bäume, im ersteren Falle zu-

---

[115]) Vgl. Alexnat W., Sero-diagn. Unters. üb. d. Verw.-Verh. innerh. d. Sympet. Bot. Arch., I., 1922.

[116]) Müller E. G. O. u. Pax F. in E. P., IV. 5, S. 1, 1889; Nachtr. III, S. 333; Nachtr. IV, S. 307. — Solereder H., Syst. Anat. d. Dic. (Stuttgart 1899) und die dort zitierte Lit. — Goebel K., Organogr., II. Jena 1900. — Pitard, Sur l. faisc. lib. tert. d. tiges d. Cuc. Act. soc. Linn. Bord., 1901. — Borzi A., Anat. dell' app. senso-mot. dei cirri delle Cuc. Rendic. Acc. Lincei, X., 1901. — Longo B., Ricerche sulle Cuc. ed il signif. d. percorso intercell. d. tub. poll., Rendic. Acc. Lincei, 1903; La nutriz. dell' embr. delle Cuc., l. c., 1903. — Tieghem Ph. v., Sur l'androec. d. *C.* Journ. d. bot., XVII., 1903. — Mattei G. E. e Rippa G., Sul cirro delle Cucurb. Boll. ort. bot. Nap., I., 1902. — Tondera F., Üb. d. sympod. Bau d. Stengels v. *Sicyos*, Sitzber. d. Wiener Akad., 111. Bd., 1902; Das Gefäßbündelsyst. d. Cuc., a. a. O., 112. Bd., 1903. — Yasuda A., On the comp. anat. of the *C.* Coll. Sc. Univ. Tokyo, XXVIII., 1903. — Kirkwood J. E., The comp. embryol. of the *C.*, Bull. New-York bot. Gard., III., 1904; The pollen-tube in some of the *C.*, Bull. Torr. Bot. Cl., 33., 1906; Some feat. of pollen-form in *C.*, l. c., 34., 1907. — Bitter G., Parthenogenesis u. Variab. b. *Bryonia*. Abh. naturw. Ver. Bremen, 1905. — Tillman O. J., The embryosac and embryo of *Cucumis*. Ohio Natur., VI., 1906. — Doubek M., Über d. Ranken u. d. Zusammensetz. d. Achsen b. d. Cuc. Schriften d. böhm. Akad., 1907. — Velenovský J., Vergleich. Morph. d. Pfl., II., 1907. — Desuisseaux A., Cucurb. trop. Paris 1908. — Barber K. G., Comp. histol. of fr. and seeds of *C.* Bot. Gaz., XLVII., 1909. — Höstermann G. Parthenoc. Fr. d. Kürbis. Ber. d. kgl. Gärtnerlehranst. Dahlem 1913. — Lingelsheim A., Zur Kenntn. v. *Gurania*. Öst. bot. Zeitsch., 1915. — Cogniaux A. in Engler A., Pflanzenreich. IV.

Abb. 583. *Cucurbitaceae.* — Fig. 1. Blütensproß von *Citrullus Colocynthis.* — Fig. 2—4. *Cucurbita Pepo*; Fig. 2 Andröceum, Fig. 3 Griffel und Narben, Fig. 4 Querschn. d. d. halbreife Frucht. — Fig. 5—8. *Bryonia dioica.* Fig. 5 ♀ Blüte, Fig. 6 ♂ Blüte; Fig. 7 Doppelstaubgefäß, Fig. 8 einfaches Staubgefäß. — Fig. 9. Doppelstaubgefäß von *Ecballium Elaterium.* — Fig. 10. Klebstoffhaar von *Momordica trifoliata;* Fig. 11 dasselbe von *Kedrostis foetidissima.* — Fig. 12—14. Kelch- und Korollenhaare von *Melothria argyrea* (12), *Cucurbita moschata* (13) u. *Luffa cylindrica* (14). — Fig. 1 verkl., alle übrigen Fig. vergr. — Fig. 1 nach Berg u. Schmidt, 2—9 nach Baillon, 10—14 nach Zimmermann.

275, 1916. — Kratzer J., Die Verw.-Bez. der *C.* auf Grund ihrer Samenentw. Flora, 110. Bd., 1918. — Zimmermann A., Die Cucurb. Jena 1922. — Neitsch E., Die morphol. Nat. d. Ranken. d. *C.* Repert. spec. nov., Beihefte, XVIII., 1923. — Trinkgeld R., Beitr. z. Morphol. d. Veg.-Org. d. *C.* Flora, 116. Bd., 1923.

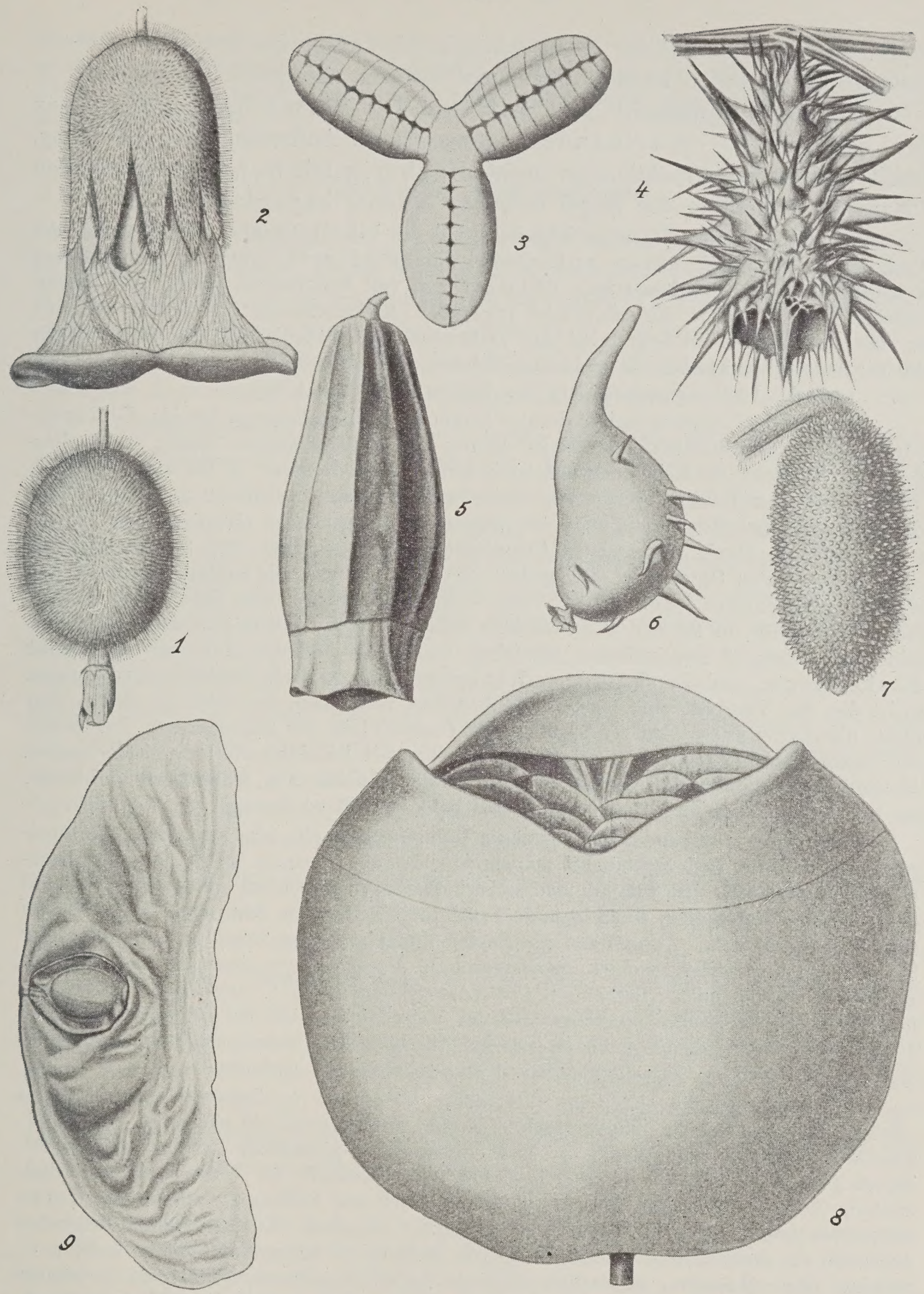


Abb. 584. Früchte und Samen von Cucurbitaceen. — Fig. 1—3. *Physedra chaetocarpa*; 1 reife Frucht, 2 aufgesprungen, die Plazenten hängen an Fäden herab, 3 Plazenten von unten gesehen. — Fig. 4. *Sicyos polyacanthos*. — Fig. 5. *Gerradanthus grandiflorus*. — Fig. 6. *Cyclanthera explodens*. — Fig. 7. *Ecballium Elaterium*. — Fig. 8. Fr. v. *Macrozanonia macrocarpa*. — Fig. 9. Samen davon. — Fig. 1—3, 5, 8, 9 etw. verkl., Fig. 4, 6, 7 nat. Gr. — Fig. 1—3 nach Zimmermann, 8 nach Cogniaux, die übrigen Original.

meist klimmend. Blüten meist eingeschlechtig, im Perianth aktinomorph, pentamer. Korolle manchmal nahezu choripetal. Staubgefäße 5, frei oder (am häufigsten) je 2 miteinander verwachsen und eines frei oder alle 5 ± miteinander verwachsen. Antherenhälften 1fächerig, häufig gekrümmt. Fruchtknoten meist 3fächerig mit marginalen parietalen Plazenten. Frucht in der Regel beeren- seltener kapselartig.

Von anatomischen Eigentümlichkeiten sind die bikollateralen Gefäßbündel, das Vorkommen von Siebröhren außerhalb des Fibrovasalsystems und das von Zystolithen, von zystolithenartigen Bildungen und von verkieselten Membranen hervorzuheben. Inulin fehlt. Eigentümliche Trichome, ,,Klebstoffhaare" (n. Zimmermann), an den Antheren, deren Sekret bei der Verbreitung der Pollenkörner eine Rolle spielen dürfte, ferner charakteristische vielzellige Trichome auf den Kelchen und Korollen vieler Arten, endlich ,,Explosionshaare" auf den Blättern mancher Arten.

Einzelne Gattungen enthalten dornige Sträucher (so *Acanthosicyos horrida*, die Naraspflanze, in Südwestafrika) oder kleine Bäume mit säulenförmigem Stamm (z. B. *Dendrosicyos*, Sokotra); die meisten *Cucurbitaceae* klimmen mit Ranken[117]). Die morphologische Wertigkeit dieser Ranken wurde viel diskutiert und sehr verschieden gedeutet. Nach den übereinstimmenden Ergebnissen der jüngsten Untersuchungen (Neitsch und Trinkgeld) stellt die Ranke der meisten Cucurbitaceen ein aus Blatt- und Stammelementen zusammengesetztes Organ dar. Sie enthält das eine Vorblatt des axillären Sprosses und einen ± rudimentären Sproß, der aus seiner Achsel entspringt. Dieser Sproß kann ein oder mehrere, ebenfalls in Ranken umgewandelte Blätter tragen. Indem nun das Vorblatt an seinem Axillarsproß emporwächst, entstehen ein basaler Teil von Achsencharakter, der Rankenträger, und ein oder mehrere Rankenarme. Ist nur ein Rankenarm vorhanden, so ist dies das Vorblatt, sind mehrere Rankenarme vorhanden, so treten zu diesem Vorblatte die Blätter seines axillären Sprosses. Bei *Cucumis* fehlt der Rankenträger. Das zweite, der Ranke gegenüberstehende Vorblatt ist meist abortiert, bei einigen Gattungen (*Benincasa*, *Momordica* u. a.) vorhanden. Bei rankenlosen *C.*, wie *Ecballium* u. a., fehlen beide Vorblätter, bei *Kedrostis spinosa* und *Acanthosicyos* sind beide Vorblätter dornig.

Blüten einzeln stehend oder in zymösen Infloreszenzen, ein- oder zweihäusig. Entomogamie. Verlauf des Pollenschlauches manchmal endotrop. Apomixis bei *Bryonia*; Parthenokarpie bei *Cucurbita*. Die Früchte sind meist beerenartig, manchmal erhärtet bei der Reife das Epikarp. Kapselartig aufspringende Frucht mit geflügelten Samen bei *Macrozanonia* (indo-malayisch) u. a. Ausspritzen der Samen findet statt bei *Ecballium Elaterium*, der Spritzgurke (Mediterrangebiet, Südosteuropa), Ausschleudern derselben aus der mit Klappen aufspringenden ,,Beere" bei *Cyclanthera*-Arten (z. B. *C. explodens*, Südamerika) und *Elaterium* (tropisches Amerika). Bei der Keimung entsteht bei den meisten *Cucurbitaceae* am Grunde des Hypokotyls ein das Abstreifen der Samenschale begünstigender Höcker. Keimung des Samens in der Frucht regelmäßig bei *Sechium*.

Offizinell sind die Früchte von *Citrullus Colocynthis* (= *Colocynthis vulgaris*) als ,,Fructus Colocynthidis", ,,Koloquinten" (Afrika, Vorderasien); sie enthalten im Fruchtfleische das giftige Colocynthin. — Viele Arten haben genießbare Früchte und werden darum gebaut, so *Citrullus vulgaris* (= *Colocynthis Citrullus*), die Wassermelone (Südafrika), *Cucumis Melo*, die Melone (tropisches Asien und Afrika), *C. sativus*, die Gurke (tropisches Asien), *Cucurbita Pepo*, *C. maxima* und *C. moschata*, Kürbis (Heimat tropisches Amerika; die erstgenannte Art allgemein, die anderen in wärmeren Gebieten kultiviert), *Sechium edule* (Amerika, in warmen Gebieten kultiviert), *Benincasa hispida* (tropisches Asien), *Luffa cylindrica*, *Acanthosicyos* u. a. — Eßbare, beziehungsweise ölliefernde Samen bei *Telfairia pedata* (tropisches Afrika), *Fevillea trilobata* (Südamerika) u. a. Gefäße werden hergestellt aus der außen erhärtenden Frucht von *Lagenaria vulgaris* (tropisches Asien), dem Flaschenkürbis oder der Kalebasse. — Als ,,Luffaschwämme" werden die Gefäß-

---

117) Über die Reizbarkeit ders. vgl. Haberlandt G., Sinnesorg. 1901.

bündelnetze von *Luffa cylindrica* (trop. Asien und Afrika) verwendet. — Viele Zierpflanzen, so Rassen von *Cucurbita Pepo*, „Zierkürbisse", *Thladiantha dubia* (Ostasien), *Momordica*-Arten u. a. — *Bryonia alba* (schwarze Früchte) und *B. dioica* (rote Früchte), Zaunrübe, in Europa verbreitet.

10. Reihe. *Synandrae.*

Blüten tetrazyklisch, aktinomorph oder zygomorph. Staubgefäße in gleicher Zahl wie die Kronblätter (selten weniger), meist mit freien Filamenten und miteinander verbundenen introrsen, seltener extrorsen Antheren. Antherenhälften 2fächerig. Fruchtknoten unterständig, 5—1fächerig. 1 Integument. Samenanlagen tenuinuzellat, Endospermbildung meist zellulär.

Die verwandtschaftlichen Beziehungen zwischen den hier zusammengefaßten Familien sind nicht zweifelhaft. Sie stimmen nicht bloß in den wesentlichsten morphologischen Merkmalen, sondern auch in einigen wichtigen ökologischen (Bestäubungsvorgang) und anatomisch-physiologischen Eigentümlichkeiten (Vorkommen von Inulin und von Milchsaftröhren bei vielen Formen) überein. Die Campanulaceen stellen dabei den relativ ursprünglicheren Typus dar, von dem die Fortentwicklung einerseits zu Formen mit stark zygomorphen Blüten (z. B. *Lobeliaceae*), anderseits zu der eigentümlichen Infloreszenz der Compositen führte. Sowohl die Zygomorphie wie dieser Infloreszenztypus treten übrigens schon bei den Campanulaceen auf. Mit den übrigen Reihen der Sympetalen, mit Ausnahme der *Cucurbitales*, scheint diese Reihe keine genetischen Beziehungen zu haben; die Ähnlichkeiten, welche speziell zwischen Compositen und Dipsacaceen bestehen, beruhen, wie schon S. 821 erwähnt wurde, auf Konvergenz.

Über die Wahrscheinlichkeit genetischer Zusammenhänge zwischen den *Synandrae* und den *Cucurbitales* vgl. das S. 831 Gesagte und die Bemerkungen bei den einzelnen Familien.

1. Familie: **Campanulaceae**[118]). (Abb. 585.) Kräuter oder Holzpflanzen. Perianth aktinomorph, in der Regel pentamer. Staubgefäße so viele wie Kronblätter, frei, aber anfangs zumeist mit den Antheren zusammenneigend oder dauernd etwas verbunden. Fruchtknoten unterständig, 2- bis 5-, meist 3blättrig und 3fächerig. Griffel mit Sammelhaaren besetzt, mit spät sich entfaltenden Narben. Plazenten marginal, zentralwinkelständig, mit zahlreichen Samenanlagen. Kapseln, seltener Beeren.

---

[118]) Schönland S. in E. P., IV. 5, S. 40, 1889; Nachtr. III, S. 333; Nachtr. IV, S. 310. — Feer H., Beitr. z. Syst. u. Morphol. d. *Camp.* Bot. Jahrb., XII., 1890. — Buser R., Contrib. à la connaiss. des *Camp.* Bull. herb. Boiss., II., 1894. — Kirchner O. in Jahrb. d. Ver. f. vaterländ. Naturk. Württemberg, 1897. — Feitel R., Beitr. z. vergl. Anat. d. Laubbl. b. d. *Camp.* d. Kapfl. Bot. Zentralbl., LXXXI., 1900. — Witasek J., Ein Beitr. z. Kenntn. d. Gattg. *Campanula.* Abh. d. zool.-bot. Ges. Wien, I., 1902. — Schmidt H., Syst.-anat. Unters. d. Blattes d. *Camp.* Diss. Erlangen 1904. — Schulz R., Monogr. d. Gattg. *Phyteuma.* Geisenheim a. Rh. 1904. — Janchen E., Die *Edraianthus*-Arten d. Balk.-Länd. Mitt. naturw. Ver. Univ. Wien, VIII., 1910.

Von anatomischen Eigentümlichkeiten ist das Vorkommen gegliederter Milchröhren und der Gehalt an Inulin hervorzuheben. Im anatomischen Baue finden sich auch einige bemerkenswerte Hinweise auf die Cucurbitaceen und die mit ihnen verwandten Dialypetaleen. So finden sich zystolithenartige Bildungen in Epidermiszellen, Kieseleinlagerungen in Trichommembranen, markständige Phloëm- und Gefäßbündel, welch erstere bei Anlagerung an die normalen Gefäßbündel bikollaterale Bündel erzeugen. Die gegliederten Milchröhren erinnern an jene der Caricaceen und lassen sich auch in Beziehungen zu den isolierten Siebröhren der Cucurbitaceen bringen. Im Zusammenhange damit sind auch einzelne Fälle von Interesse, die gerade an die Caricaceen und die mit ihnen verwandten Familien erinnern, so choripetale Blüten bei *Michauxia* u. a., oberständige Fruchtknoten bei *Cyananthus* u. a.

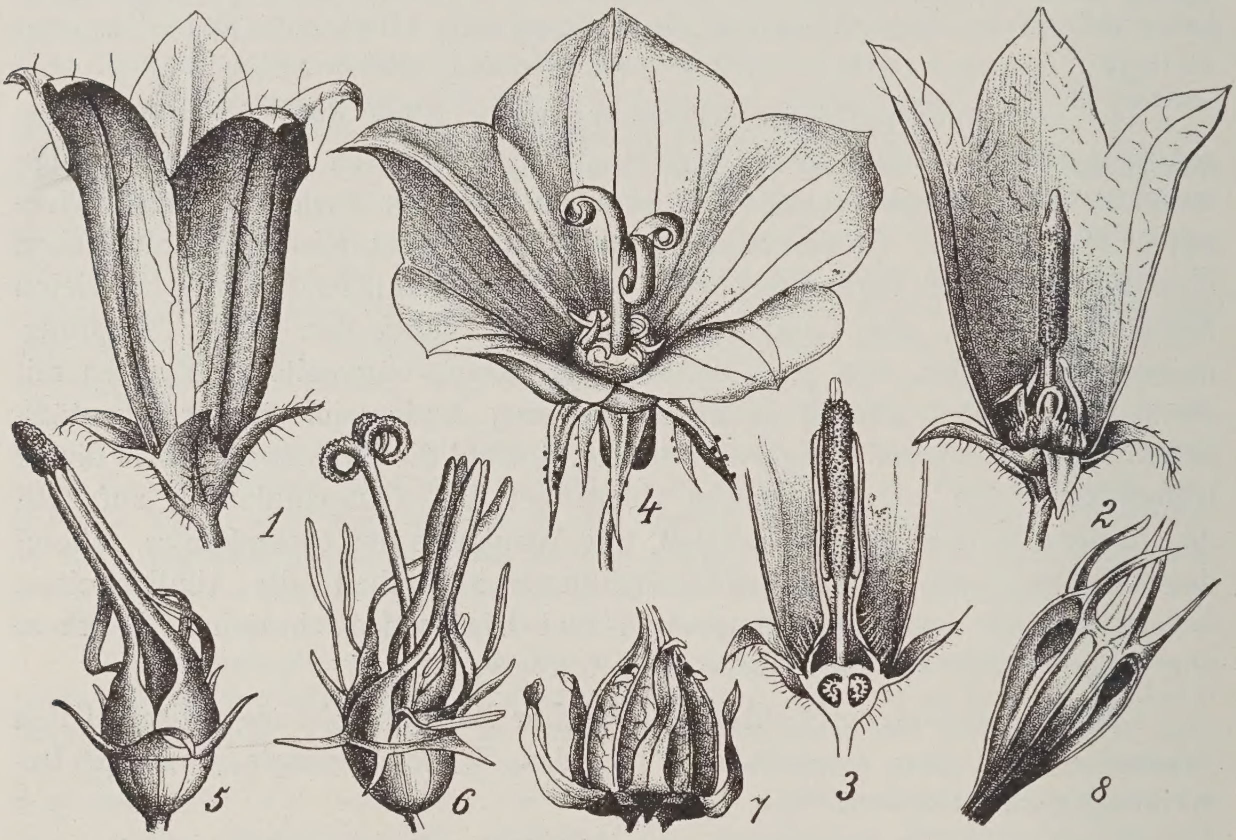


Abb. 585. *Campanulaceae.* — Fig. 1. Blüte v. *Campanula Trachelium.* — Fig. 2. Dieselbe längs durchschn., nach dem Verschrumpfen der Antheren, vor Öffnen der Narbe. — Fig. 3. Andröceum und Gynöceum davon, gleich nach dem Aufblühen, längs durchschn. — Fig. 4. Blüte v. *C. carpathica.* — Fig. 5. Blüte v. *Phyteuma comosum* im Aufblühen, Fig. 6 ganz erblüht. — Fig. 7. Fr. v. *Camp. rapunculoides.* — Fig. 8. Fr. v. *Camp. patula.* — Alle Fig. etw. vergr. — Fig. 5 u. 6 nach Schönland in E. P., Fig. 1—4, 7 u. 8 Original.

Windende Stämme kommen bei einzelnen Gattungen vor; Ranken fehlen. Die Infloreszenzen sehen vielfach razemös aus; bei einzelnen Gattungen finden sich an die Compositen erinnernde Blütenstände (*Jasione*, *Edraianthus*). Entomogamie. Zumeist Proterandrie, wobei der Pollen an den Sammelhaaren am Griffel oder an der Außenseite der Narben abgelagert wird. Bei der später erfolgenden Krümmung der Nabenlappen erfolgt häufig Selbstbestäubung. Kleistogame Blüten kommen in der Gattung *Legousia* (= *Specularia*) und bei einzelnen *Campanula*-Arten vor.

Große Gattungen: *Campanula*, Glockenblume; vorherrschend nördlich extratropisch; die Wurzeln mehrerer Arten (*C. Rapunculus*, *C. Medium* u. a.) werden als Gemüse verwendet. — *Phyteuma*, Rapunzel, Blumenkronblätter von der Basis an sich lösend (Europa,

Asien). — *Wahlenbergia* (hauptsächlich auf der südlichen Hemisphäre). — Viele Zierpflanzen, so *Campanula Medium* (Kulturformen mit mehreren ineinander steckenden Korollen, mit korollinischen Kelchen etc.), *C. latifolia*, *C. pyramidalis* u. a., *Symphyandra*-Arten, *Adenophora liliifolia* (Europa, Asien), *Platycodon grandiflorum* (Ostasien) u. a.

Den Übergang zu der folgenden Familie vermittelt die kleine (2.) Familie der ***Cyphiaceae*** mit zygomorphen Blüten, oft vereinten Filamenten, aber freien Antheren. — *Cyphia* (Südafrika).

3. Familie: ***Lobeliaceae***[119]). (Abb. 586 bis 588, Fig. 1 und 2). Den *Campanulaceae* sehr nahestehend, von ihnen durch zygomorphe Korollen, durch die zu einer Röhre verbundenen Filamente und Antheren, durch welche der mit Fegehaaren besetzte Griffel hindurchwächst, und durch zumeist 2fächerigen Fruchtknoten verschieden.

Abb. 586. *Lobeliaceae.* — *Lobelia uranocoma* an buschigen Stellen der Savanne in Südbrasilien. Nach einer Photographie von M. Wacket.

Vorherrschend in den Tropen. Entomogamie und Ornithogamie. Eine Artengruppe[120]) mit riesigen, vielblütigen Infloreszenzen geradezu charakteristisch für die afrikanischen Hochgebirge, so *L. Deckenii*, *L. Rhynchopetalum*, *L. Keniesis* u. a. (Abb. 587). — Charakterpflanze der südbrasilianischen Savanne *L. uranocoma* (Abb. 586). — Offizinell: „Herba Lobeliae" von *Lobelia inflata* (östliches Nordamerika). — Südamerikanische *Siphocampylus*-Arten sollen Kautschuk liefern. — Häufiger kultivierte Zierpflanzen: *Lobelia Erinus* (Südafrika), sehr verbreitete, kleine Rabattenpflanze mit zumeist blauen Blüten, *L. splendens* und *L. cardinalis* (Nordamerika) mit roten Blüten, *Siphocampylus microstoma* (Südamerika) u. a. — Artenreichste Gattungen: *Centropogon* (Zentral- und Südamerika), *Siphocampylus* (Zentral- und Südamerika), *Lobelia* (Tropen und Subtropen; im nördlichen Europa und Amerika nur *L. Dortmanna*).

---

[119]) Schönland S., a. a. O. (vgl. S. 835). — Zahlbruckner A., Üb. einige Lobel. d. Wiener Herb. Ann. naturh. Hofmus. Wien, VI. — Ydrac L., Rech. anat. sur l. Lobel., Trav. d. lab. mat. med., III., 1905; Sur l'app. laticif. des Lob., Journ. de Bot., XIX., 1905. — Tswett M., Rech. anat. s. l. Hydathod. d. Lob. Rev. gén. d. Bot., XIX., 1907. — Armand L., Fecond. et dével. d. l'embr. chez l. *L.* C. R. Acad. Sc. Paris, CLV., 1912. — Rock J. F., A Monogr. of the Haw. Spec. of *Lob.*, Honolulu, 1919.

[120]) Vgl. Fries R. u. Th., Die Riesenlobelien Afr., Sv. bot. Tidskr., Bd. XVI, 1922; Bot. Not., 1923.

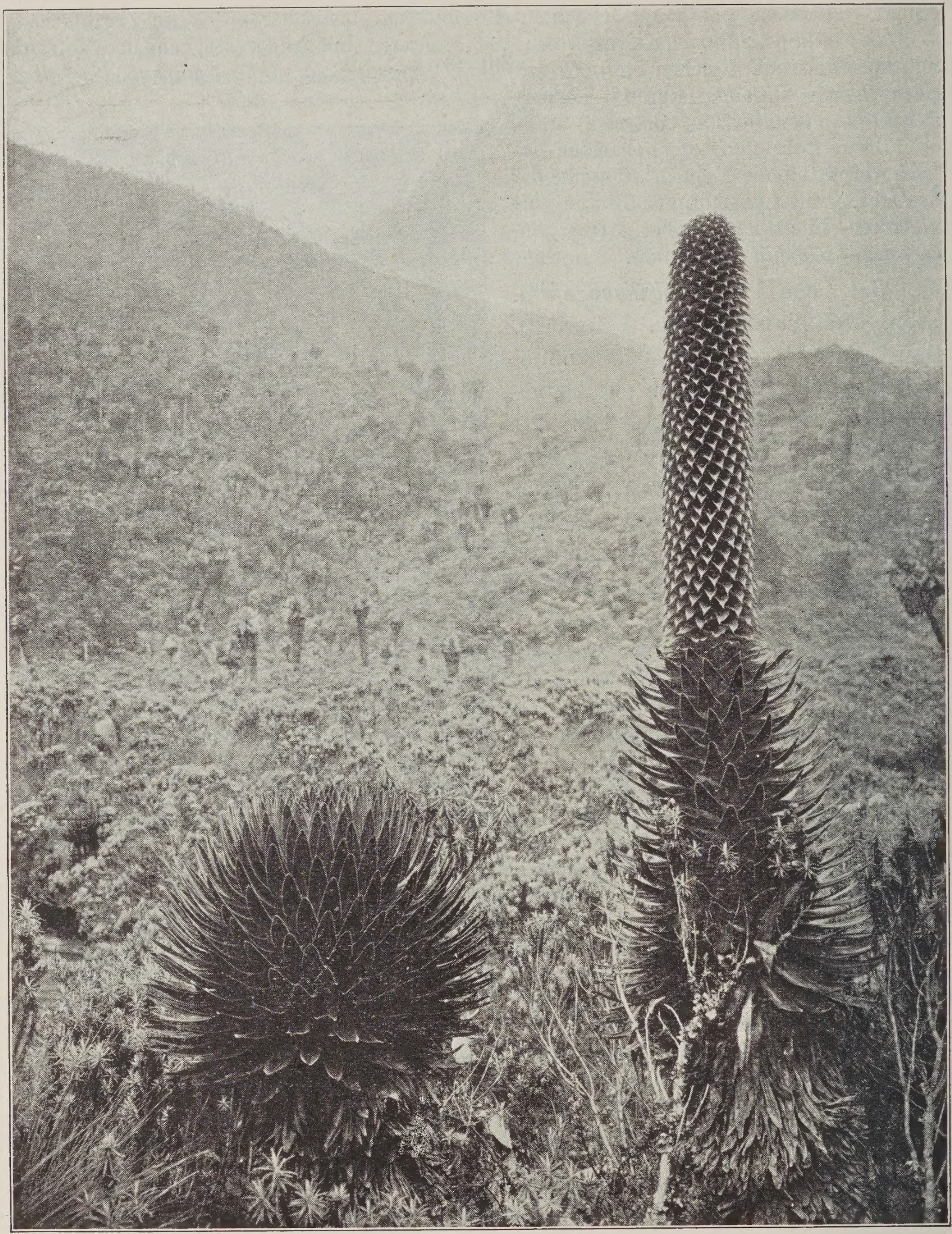


Abb. 587. *Lobeliaceae.* — *Lobelia Bequaerti* in der Hochgebirgsregion des Ruwenzorigebirges (Afrika). — Nach Photographie von V. Sella, reprod. in Chiovenda E. u. Cortesi F.

Als von den Campanulaceen abgeleitete Familien mit deutlich zygomorphen Blüten werden auch die (4.) **Goodeniaceae**[121] (Abb. 588, Fig. 4

[121]) Schönland S., a. a. O., S. 70, 1889; Nachtr. IV, S. 311. — Reiche K., Zur Kenntn. d. Bestäub. chilen. Camp. u. Good. Santiago de Chile 1902. — Colozza A.,

bis 6) und (5.) **Stylidiaceae**[122]) (Abb. 588, Fig. 7 und 8) betrachtet. Beide besitzen keinen Milchsaft. Inulin vorhanden.

Die ersteren sind ausgezeichnet durch ein becherförmiges Gebilde unterhalb der Narbe (Pollenbecher), in dem der Pollen sich ansammelt, um dann durch Neigung des Bechers und Herauswachsen der Narbe herausbefördert zu werden. — Vorherrschend in Australien und an den Küsten des pazifischen Ozeans. *Goodenia*, *Scaevola*. — *Sc. frutescens* u. *Sc. Plumieri* Mangrovepflanzen.

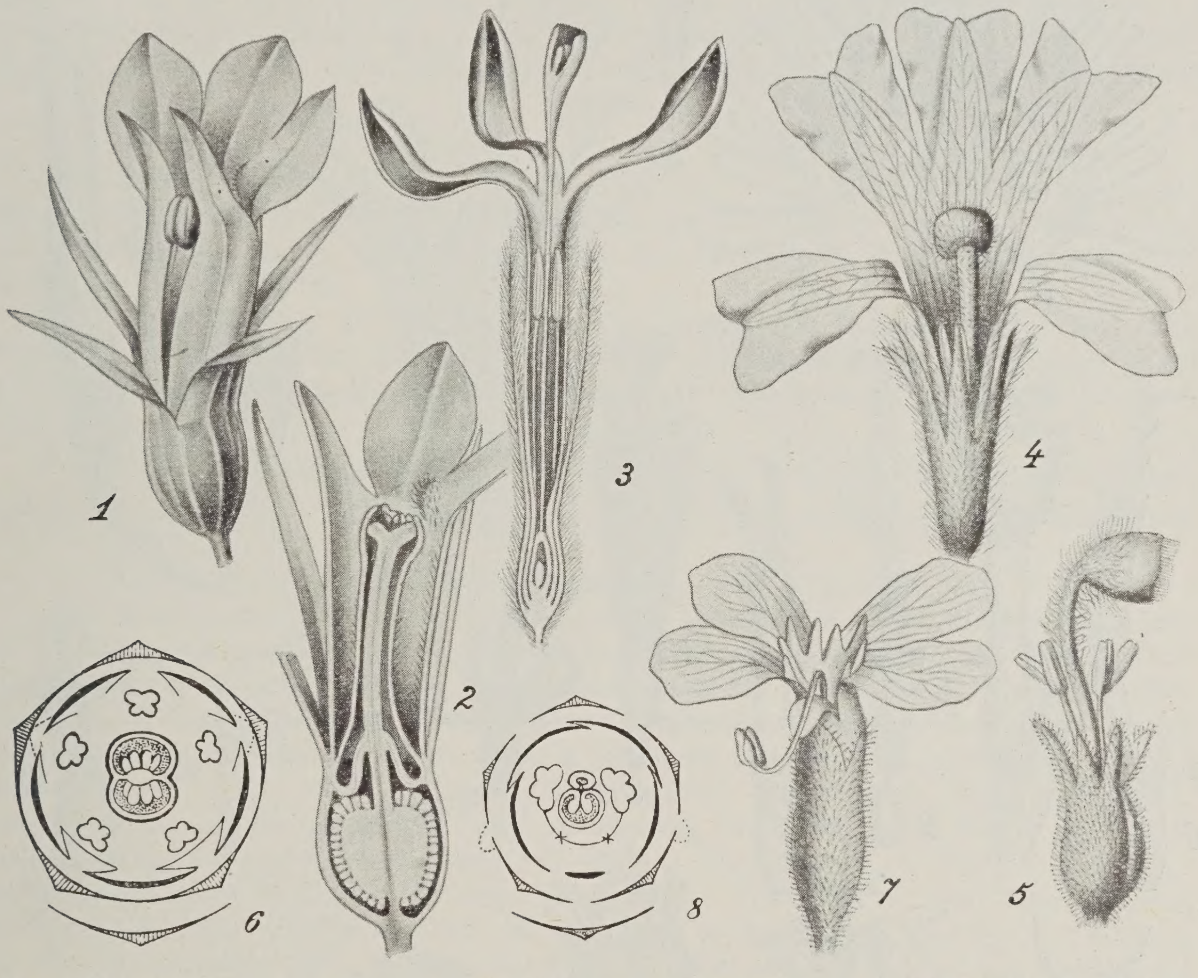


Abb. 588. *Lobeliaceae*, *Goodeniaceae*, *Stylidiaceae* u. *Brunoniaceae*. — Fig. 1. *Lobelia inflata*, Blüte; Fig. 2 dieselbe längs durchschn. — Fig. 3. Blüte v. *Brunonia australis*. — Fig. 4. Blüte v. *Goodenia incana*; Fig. 5. Andröceum u. Gynöceum davon. — Fig. 6. Blütendiagramm der *Goodeniaceae*. — Fig. 7. Blüte v. *Stylidium graminifolium*. — Fig. 8. Blütendiagramm der *Stylidiaceae*. — Alle Fig. vergr. — Fig. 1 u. 2 nach Berg u. Schmidt, Fig. 3 u. 7 nach Baillon, Fig. 4 u. 5 nach Krause, Fig. 6 u. 8 nach Eichler.

Die zweiterwähnte Familie ist gekennzeichnet durch 2 mit dem Griffel verwachsene extrorse Staubgefäße. Bemerkenswert sind Bewegungen der Griffelsäule bei

Stud. anat. s. *Good.*, N. Giorn. bot. Ital., N. S., XV., 1907; Il gen. *Brunonia*, l. c., XIV., 1907. — Krause K., Üb. d. syst. Stellg. d. Gattg. *Brunonia*, Bot. Jahrb. f. Syst. etc., XL., 1908; in Engler A., Das Pflanzenr., IV., 277, 1912.

[122]) Schönland S., a. a. O., S. 79, 1889; Nachtr. III, S. 336; Nachtr. IV, S. 314. — Burns G. P., Beitr. z. Kenntn. d. Stylidiaceen. Flora, LXXXVII., 1900. — Haberlandt G., Sinnesorgane. Leipzig 1901. — Dop P., Sur le mouv. d. gynost. de *Stylidium adn.* Bull. soc. bot. de Fr., 52., 1905. — Lignier O., Note sur la fl. d. *Candollea.* Bull. soc. Linn. Normand., 1904. — Mildbraed J., *Stylidiaceae* in Engler A., Das Pflanzenr., IV., 278, 1908.

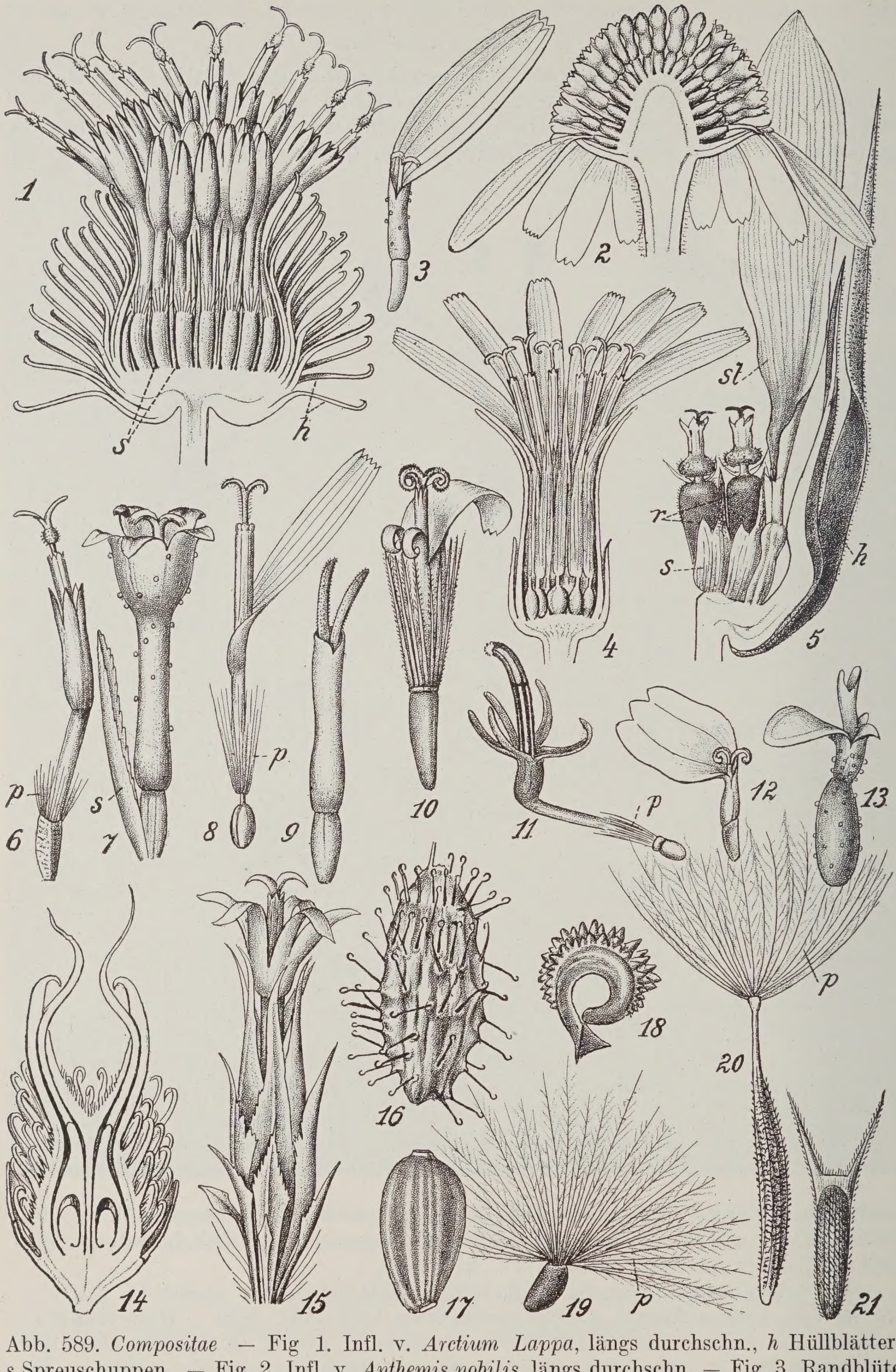


Abb. 589. *Compositae* — Fig 1. Infl. v. *Arctium Lappa*, längs durchschn., *h* Hüllblätter, *s* Spreuschuppen. — Fig. 2. Infl. v. *Anthemis nobilis*, längs durchschn. — Fig. 3. Randblüte davon. — Fig. 4. Infl. v. *Lactuca virosa*, längs durchschn. — Fig. 5. Randteil einer Infl. v.

Helianthus annuus; *h* Hüllschuppen, *s* Spreuschuppen, *st* Randblüte, *r* Scheibenblüten. — Fig. 6. Blüte von *Arctium Lappa*. — Fig. 7. Scheibenblüte v. *Anthemis nobilis*. — Fig. 8. Blüte v. *Lactuca virosa*. — Fig. 9. Randblüte v. *Artemisia Absinthium*. — Fig. 10. Blüte v. *Nassauvia spicata*. — Fig. 11. Zentrale Blüte v. *Centaurea Cyanus*. — Fig. 12. Randblüte v. *Achillea Millefolium*. — Fig. 13. Blüte v. *Plagiocheilus peduncularis*. — Fig. 14. ♀ Infl. v. *Xanthium orientale*, längs durchschn. — Fig. 15. Einzelnes einblütiges Köpfchen von *Echinops commutatus*. — Fig. 16. Fruchtköpfchen v. *Xanthium spinosum*. — Fig. 17. Fr. v. *Helianthus annuus*. — Fig. 18. Fr. v. *Calendula officinalis*. — Fig. 19. Fr. v. *Cynara Scolymus*. — Fig. 20. Fr. v. *Tragopogon floccosus*. — Fig. 21. Fr. v. *Synedrella nodiflora*. — *p* Pappus, *s* Spreuschuppe. — Fig. 5 u. 19 nat. Gr.; alle and. vergr. — Fig. 1—4, 6 u. 7 nach Berg u. Schmidt, Fig. 12 u. 14 nach Baillon, Fig. 10, 13 u. 15 nach E. P., alles andere Original.

Stylidium und eines zu einem Labellum umgeformten Korollblattes bei *Levenhookia*, welche auf Reizbarkeit beruhen und vielleicht mit der Bestäubung in Beziehung stehen. — Australien, 1 Art in Chile.

Hieher wird ferner gestellt die kleine (6.) Familie der **Brunoniaceae**[123]) (Abb. 588, Fig. 3) mit aktinomorphen Blüten, oberständigem, vom Rezeptakulum umhüllten Fruchtknoten und einem Narbenbecher, welcher dem der Goodeniaceen ähnelt. — *Brunonia* (Australien).

7. Familie: **Compositae**[124]). (Abb. 589 bis 593.) Pflanzen von sehr verschiedenen Habitus. Blüten stets in Köpfchen mit sterilen Hüllblättern

---

[123]) Krause K. in Engler A., Das Pflanzenr., IV., 277a, 1912.

[124]) Hoffmann O. in E. P., IV. 5, S. 87, 1889; Nachtr. III, S. 337; Nachtr. IV, S. 315. — Wichtigste spätere Literatur: Hoffmann O., Die neuere Systematik d. nat. Pflanzenfam. d. *C*. Berlin 1894. — Schwere S., Zur Entwicklung d. Fr. v. *Taraxacum*. Flora, 82., 1896. — Uexküll-Gyllenband M. v., Phylogenie d. Blütenform. u. d. Geschlechtsverh. bei den Comp. Biblioth. bot., Heft 52, 1901. — Col A., Quelques rech. sur l'app. secréteur des Comp., Journ. de bot., XIII., 1899; XV., 1901; XVIII., 1904. — Juel H. O., Vergl. Unters. üb. typ. u. parthenog. Fortpfl. bei d. Gattg. *Antennaria*. K. Sv. Vet. Ak. Handl., 1900; Om pollin. hos fam. *Comp*. Sv. bot. Tidskr., II., 1908. — Portheim L. v., Beitr. z. Entwickl.-gesch. d. Achäne u. d. Embryo d. Comp. Lotos, 1901. — Hayek A. v., Die *Centaurea*-Arten Öst.-Ung. Denkschr. d. Wiener Akad., 20. Bd., 1901. — Briquet J., Monogr. d. *Centaurea* d. Alp. marit. Genève 1902. — Raunkiaer C., Kimdannelse uden Befrugt. hos Maelkebotte (*Taraxacum*). Bot. Tidskr., XXV., 1903. — Greenman J. M., Monogr. d. nord- u. zentralam. *Senecio*. Bot. Jahrb. f. Syst. etc., XXXII., 1903. — Ostenfeld C. H. og Raunkiär C., Kastreringsfors. med *Hieracium* og andre Cich., Bot. Tidskr., XXV., 1903. — Ostenfeld C. H., Castrat. and Hybrid. Exp. with some Spec. of *Hierac.*, l. c., XXVII., 1906; Furth. stud. on the apog. and hybrid. of *Hierac.*, Zeitschr. f. ind. Abstammungsl., III., 1910. — Murbeck S., Parthenogenese bei *Taraxac.* u. *Hierac.*, Botan. Notis., 1904. — Leavitt R. G. und Spalding L. J., Parthenog. in *Antennaria*. Rhodora, VII., 1905. — Berger A., Syst. Übers. d. kult. Kleinien. Monatschr. f. Kakteenk., XV., 1905. — Nicotra L., Studii sui rapp. sistem. gen. delle Sinant. Webbia, 1905. — Vierhapper F., Monogr. d. alp. *Erigeron*-Arten. Beih. bot. Zentralbl., XIX., 1906. — Gleason H. A., A Revis. of the N. Am. *Vernonieae*. Bull. N. York Bot. Gard., IV., 1906. — Robinson B. L., Stud. in the *Eupatorieae*. Proc. Am. Ac., XLII., 1906. — Rosenberg O., Üb. d. Embryobild. i. d. G. *Hierac.*, Ber. d. deutsch. bot. Ges., XXIV., 1906; Cytol. Stud. on the apog. in *Hierac.* Bot. Tidskr., XXVIII., 1907; Zur Kenntn. d. Tetradenteil. d. Comp., Sv. bot. Tidskr., III., 1909; Die Red. Teil. u. ihre Degen. b. *Hierac.*, Sv. bot. Tidskr., XI., 1917. — Handel-Mazzetti H. v., Monogr. d. Gattg. *Taraxacum*. Wien 1907. — Hanausek T. F., Die „Kohleschicht“ im Perikarp d. C. Sitzber. Wiener Akad., CXVI., 1907. — Nissen J., Unters. üb. d. Blütenbod. d. Comp. Diss. Kiel, 1907. — Ostenfeld C. H. and Rosenberg

(„Blütenkorb“, daher „Korbblütler“). Kelch reduziert oder als Pappus ausgebildet. Korolle aktinomorph oder zygomorph, meist pentamer. Staubgefäße so viele wie Blumenkronblätter, mit den Antheren zu einer Röhre verbunden. Fruchtknoten unterständig, 1fächerig mit einer grundständigen anatropen Samenanlage. Frucht eine Nuß, deren Samen der Fruchtwand eng anliegt (Achaenium). Kein Nährgewebe.

Von histologischen Eigentümlichkeiten sind hervorzuheben: Vorkommen von Inulin, schizogenen Harzgängen, Harzlücken oder gegliederten Milchröhren, häufiges Vorkommen markständiger Phloëmgruppen oder Gefäßbündel.

Über Embryosackbildung, Befruchtung und Endospermbildung liegen zahlreiche Untersuchungen vor[125]). Bei aller Mannigfaltigkeit stimmen die Compositen darin überein, daß die Samenanlagen tenuinuzellat sind, daß die Endospermbildung meist zellulär vor sich geht. Antipodenbeschaffenheit sehr wechselnd; nicht selten bilden am Antipodenende persistierende Tetradenzellen einen ernährungsphysiologischen Apparat. Haustorienbildungen fehlen, nur bei *Calendula* eine solche in der Mikropylarregion.

Die Verwandtschaft mit den vorhergehenden Familien ist unzweifelhaft.

Eine der größten Pflanzenfamilien mit sehr verschiedener Ausbildung der vegetativen Organe (Kräuter, Sträucher und Bäume, klimmende Pflanzen, sukkulente Xerophyten etc.), aber starker Ausprägung des Familiencharakters im Baue der Infloreszenz und der Einzelblüten. Abweichungen von dem oben erwähnten Baue der Infloreszenz bestehen in der Einblütigkeit derselben, in der Verlängerung der Blütenstandachse, wie sie sich bei einzelnen Gattungen findet, in dem Vorkommen zusammengesetzter Blütenstände (*Echinops*). Die verbreiterte Achse des Blütenstandes trägt oft Deckblätter der Einzelblüten (Spreublätter), häufiger fehlen solche. Die Hüllblätter der Infloreszenz sind sehr verschiedenen Funktionen angepaßt und dementsprechend von sehr mannigfaltigem Bau (laubartig, lederig, dornig, mit verschieden gefärbten und geformten Anhängseln, selbst korollinisch etc.). Die größte Mannigfaltigkeit herrscht im Baue der Einzelblüten und in der Verteilung der einzelnen Blütenformen im Blütenstande. Im allgemeinen zeigt sich sehr häufig eine Differenzierung der einzelnen Teile des Blütenstandes, welche denselben einer Einzelblüte biologisch vergleichbar macht. Die Hüllblätter übernehmen dabei häufig die Funktionen des Kelches der Einzelblüten, die Randblüten („Strahlenblüten“) liefern den Schauapparat, während die zentralen Blüten („Scheibenblüten“) die Fortpflanzungsorgane produzieren.

Die Blütenformen lassen sich auf den Grundtypus der aktinomorphen röhrenförmigen Blüte („Röhrenblüte“) zurückführen. Blüten mit 2lippiger Korolle vermitteln den Übergang zu den extrem zygomorphen „Zungenblüten“. In bezug auf die Verteilung der Blütenformen und der Geschlechter im Blütenstand lassen sich folgende Haupttypen unterscheiden:

1. Sämtliche Blüten zwitterig und röhrenförmig (Beispiel: *Eupatorium*).
2. Sämtliche Blüten zwitterig und lippenförmig (viele *Mutisieae*).
3. Sämtliche Blüten zwitterig und zungenförmig (*Tragopogon*).

O., Exp. and cyt. stud. in *Hierac.* Bot. Tidskr., XXVIII., 1907. — Follwell P., Book of the *Chrysanthemum.* London 1907. — Dufour L., Observ. s. l. aff. et l'évol. d. Cich. C. R. Ac. sc. Paris, CXLV., 1907. — Muschler R., Syst. u. pflanzengeogr. Glied. d. afrik. *Senecio.* Bot. Jahrb. f. Syst. etc., XLIII., 1909. — Möser W., Die afrik. Art. d. Gattg. *Helichrysum.* Bot. Jahrb. f. Syst. etc., XLIV., 1910. — Wagner J., *Centaureae* Hungariae. Math. és term. közl. mag. tudom. akad., XXX., 6., 1910. — Holmgren J., Zytol. Stud. üb. Fortpfl. b. *Erig.* u. *Eupat.* K. Sv. Vet. Ak. Handl., Bd. 59, 1919.

[125]) Literaturzusammenstellung in Dahlgren O., Zur Embryol. d. Comp. Zeitschr. f. Bot., XII., 1920. — Ferner: Schnarf K., Beob. üb. d. Endospermb. v. *Hieracium aur.* Sitzber. Akad. Wiss. Wien, 128. Bd., 1919. — Schürhoff D., Embryos. v. *Tussilago.* Ber. d. deutsch. bot. Ges., XXXVIII., 1920. — Curano, Nuov. rich. sull. embryol. d. *Aster.* Ann. d. Bot., XV., 1921. — Tahara M., Cyt. Stud. an ein. Komp. Journ. Coll. of Sc. Tokyo, 1921.

4. Sämtliche Blüten röhrenförmig, zentrale zwitterig, periphere weiblich (*Gnaphalium*-Arten).

5. Sämtliche Blüten röhrenförmig, nur weibliche oder zwitterige Blüten (*Brachylaena*).

6. Zwitterige Blüten röhrenförmig (zentral), weibliche oder geschlechtslose Blüten (randständig) zungenförmig (*Chrysanthemum*).

7. Sämtliche Blüten röhrenförmig, zentrale männlich, periphere weiblich (*Conyza*-Arten).

8. Zentrale Blüten röhrenförmig und männlich, periphere zungenförmig und weiblich (*Conyza*-Arten).

9. Diözisch. Alle Blüten röhrenförmig (*Antennaria*-Arten).

10. Zwitterige Röhrenblüten (zentral), zwitterige und weibliche Lippenblüten und weibliche Zungenblüten (peripher) (*Gerbera*).

Außerdem zahlreiche Einzelfälle mit abweichendem Verhalten.

Die Mehrzahl der Formen ist entomogam (Anemogamie unter anderen bei *Artemisia*, Ornithogamie bei *Zinnia* und *Cnicothamnus*); häufig findet schließlich Autogamie statt. Proterandrie ist allgemein. Sehr häufig spielt sich bei der Bestäubung folgender Vorgang ab: die Entleerung der Antheren erfolgt in das Innere der Antherenröhre, aus der die Pollenkörner durch Heranwachsen des Griffels mit der noch geschlossenen oder geschlossen bleibenden (bei ♂ Blüten) Narbe oder durch Herabschieben der Antherenröhre (infolge Verkürzung der Filamente auf einen Berührungsreiz hin bei *Centaurea* und verwandten Gattungen) herausgepreßt werden. Apogamie, beziehungsweise Parthenogenese bei *Taraxacum*-, *Hieracium*-, *Eupatorium*-, *Antennaria*-, *Chondrilla*-Arten, *Erigeron annuus* (= *Stenactis bellidiflora*)[126]).

Bei der Verbreitung der Früchte spielt vor allem der Pappus eine große Rolle, der als Flug-, Schwimm- oder Klettorgan fungieren kann. Auch geflügelte Früchte und Früchte, bei denen die Spreublätter als Flugorgane dienen, kommen vor. Widerhakige Hüllblätter bei *Xanthium* und *Arctium*. Verschiedengestaltige Früchte bei *Calendula* und verwandten Gattungen.

Die Familie der *C.* gehört in systematischer Hinsicht zu den allerschwierigsten, was nicht nur mit der großen Anzahl der Formen zusammenhängt, sondern auch damit, daß die einzelnen Formengruppen nach den verschiedensten Richtungen durch Übergangsformen verbunden sind. Dies dürfte wieder damit im Zusammenhange stehen, daß die Familie zweifellos eine relativ junge, noch in voller Entwicklung begriffene ist.

Ein halbwegs befriedigendes System existiert noch nicht. Zwei größere Gruppen lassen sich unschwer unterscheiden, die der *Liguliflorae* und die der *Tubiflorae*. Dieselben lassen sich nicht bloß morphologisch (die ersteren besitzen nur Zungenblüten, bei den letzteren kommen Zungen-, Lippen- und Röhrenblüten vor), sondern auch histologisch trennen: erstere besitzen stets gegliederte Milchröhren, letztere schizogene Harzgänge (einzelne Ausnahmen). Nach dem morphologischen Baue erscheinen die Ligulifloren als die stärker abgeleiteten, nach dem histologischen Baue dagegen als relativ ursprünglicher.

Bei den Bestrebungen, ein natürliches System zu schaffen, spielt die Beschaffenheit der Narbe, beziehungsweise des Griffels eine große Rolle; in Zukunft dürfte auch der anatomische Bau wertvolle Anhaltspunkte liefern (vgl. die zitierte Abhandlung von Col).

Übersicht nach Hoffmann:

*A. **Tubiflorae.***

I. *Vernonieae.* Köpfchen homogam[127]). Blumenkrone aktinomorph, niemals gelb. Filament hoch über dem Grunde der Anthere eingefügt. — Außereuropäisch, vorherrschend in den Tropen, und zwar besonders in Amerika. — Größte Gattung: *Vernonia.*

---

[126]) Vgl. die auf S. 841 zitierten Abhandlungen von Juel, Ostenfeld, Murbeck, Teavitt u. Spalding, Rosenberg, Holmgren; ferner Rosenberg O., Üb. d. Apog. b. *Lhondrilla.* Sv. bot. Tidskr., III., 1909; Tahara M., Parthenog. in *Erigeron*, Bot. Mag. Cokyo, XXIX., 1915; Holmgren J., Apog. d. Gattg. *Eupatorium*, Sv. bot. Tidskr., X., 1916.

[127]) D. h. alle Blüten zwitterig.

II. *Eupatorieae.* Köpfchen homogam. Blumenkrone wie bei I. Filament am Grunde der Anthere eingefügt. Hauptverbreitung in Amerika. — Größte Gattung: *Eupatorium* (vorherrschend Amerika, in Europa sehr verbreitet *E. cannabinum*). — Zierpflanzen: *Ageratum conyzoides* und *A. mexicanum*, besonders letzteres, kumarinhältig. — *Eupatorium*- und *Adenostemma*-Arten liefern blauen Farbstoff.

III. *Astereae.* Köpfchen homogam oder heterogam[128]). Blumenkrone aller Blüten oder wenigstens der Scheibenblüten aktinomorph. Filament am Grunde der Anthere eingefügt. — Große Verbreitung, besonders extratropisch. — Große Gattungen: *Solidago* (besonders Nordamerika), *Haplopappus* (Nord- und Südamerika), *Aster* (besonders Amerika), *Erigeron* (besonders Nordamerika), *Olearia* (besonders Australien und Neuseeland), *Conyza* (trop.), *Baccharis* (besonders Südamerika). — Zierpflanzen[129]): *Callistephus chinensis* (Ostasien), die Gartenaster, *Bellis perennis* (Europa, Vorderasien, überallhin verschleppt), das Gänseblümchen, viele *Aster*- und *Solidago*-Arten. — „Australisches Bisamholz“

Abb. 590. *Compositae.* — *Leontopodium alpinum* im Gschnitztale in Tirol. — Nach einer Photographie von Otto Wettstein.

von *Olearia argophylla.* — *Haastia* (z. B. *H. pulvinaris*) große dichte wollige Polster bildend, in Neuseeland (Abb. 591).

IV. *Inuleae.* Köpfchen homogam oder heterogam. — Blumenkrone wie bei III. Antheren am Grunde geschwänzt. — Große Verbreitung. — Große Gattungen: *Gnaphalium* (Alte und Neue Welt), *Helichrysum* (verbreitet, viele Arten in Südafrika), *Inula* (Europa, Asien, Afrika). — Offizinell: „Radix Helenii“, die Wurzel von *Inula Helenium* (Südosteuropa, Vorderasien). — *Leontopodium alpinum*, das Edelweiß der Alpen (Abb. 590). — *Odontospermum pygmaeum* (Algier bis Beludschistan), die eigentliche „Rose von Jericho“. Öffnen der bereits toten Blütenköpfe bei Befeuchtung (Abb. 592). — Zierpflanzen: *Helichrysum*-

[128]) D. h. Blüten verschieden, zum Teil zwitterig, zum Teil ♀ oder ♂ oder ganz steril.

[129]) Wie alle als Zierpflanzen kultivierten Compositen häufig mit „gefüllten“ Infloreszenzen, d. h. mit Infloreszenzen, deren Blüten durchwegs den Bau der Randblüten angenommen haben.

Arten. — *Tarchonanthus camphoratus*, der „Elelescho", in Ostafrika weit verbreitet. — *Raoulia*-Arten, dichte Rasen bildend, bes. in Neuseeland.

V. *Heliantheae.* Köpfchen wie bei vorigen. Griffelschenkel oberhalb der Teilungsstelle mit einem Kranze von Fegehaaren. Antheren am Grunde abgerundet. Pappus nicht haarförmig. Hüllblätter nicht mit trockenhäutigem Saume. Spreublätter. — Größte Verbreitung in Amerika. — Größte Gattungen: *Rudbeckia* (Nordamerika — *R. laciniata* in Europa verwildert), *Wedelia* (Tropen und Subtropen), *Helianthus* (Nord- und Zentralamerika), *Verbesina* (Amerika), *Coreopsis* (besonders Amerika), *Bidens* (verbreitet, besonders Amerika). — Ölliefernde Pflanzen: *Helianthus annuus*, die Sonnenblume, auch Zierpflanze (Mexiko), *Madia sativa* (Westamerika) und *Guizotia abyssinica* („Nigeröl"). — Gemüse- und Futter-

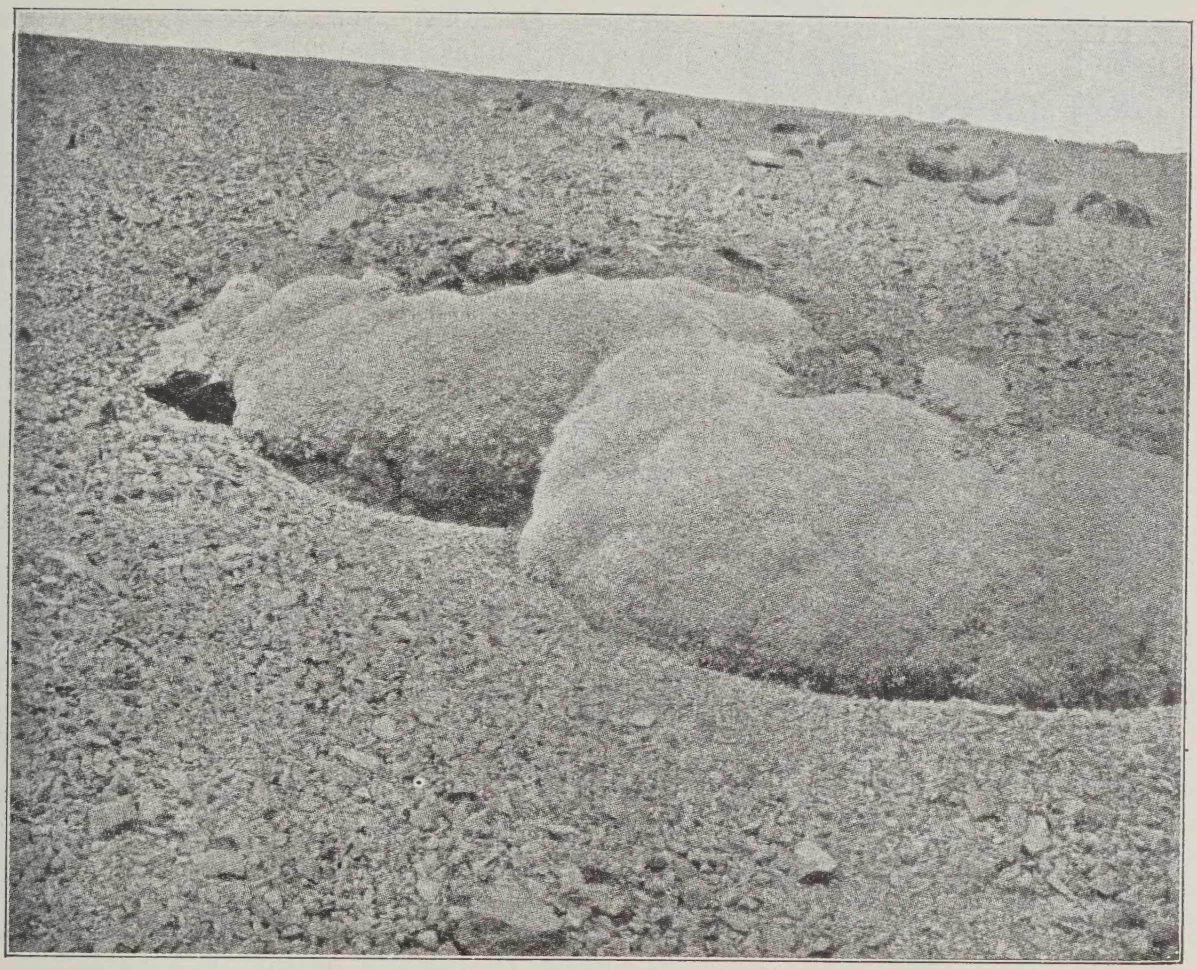


Abb. 591. *Compositae.* — *Haastia pulvinaris* auf d. Mt. Tarndale in Neusealand. — Nach Cockayne.

pflanzen: *Helianthus tuberosus*, Topinambur (Nordamerika). — Zahlreiche Zierpflanzen, so besonders *Dahlia variabilis*, die Georgine (Mexiko), in neuerer Zeit insbesondere eine Rasse mit röhrenförmig zusammengerollten Zungenblüten als „Kaktusdahlie", *Zinnia elegans* (Nordamerika), *Coreopsis tinctoria* (Nordamerika), *Rudbeckia purpurea*, *R. columnaris* (Nordamerika), *Silphium* u. a. — *Galinsoga parviflora* (Amerika) hat sich als Unkraut fast über die ganze Erde verbreitet. — *Espeletia*, mit wolligen Blättern, Charakterpflanze der südamerikanischen Anden. — *Xanthium spinosum* (Südamerika) mit widerhakigen Hüllblättern, als Unkraut weit verbreitet.

VI. *Helenieae.* Wie V, aber keine Spreublätter. — Besonders in Amerika. — Größte Gattungen: *Helenium* (westliches Amerika), *Tagetes* (Amerika), *Dysodia* (Amerika), *Pectis* (Amerika). — Zierpflanzen: *Tagetes patulus*, *T. erectus* (Mexiko), *Gaillardia pulchella* (Nordamerika).

VII. *Anthemideae.* Wie V, aber Hüllblätter mit trockenhäutigem Saume. Mit oder ohne Spreublätter. — Weite Verbreitung, besonders im Mittelmeergebiet und in Südafrika. — Größte Gattungen: *Anthemis* (Europa, Westasien, Nordafrika), *Achillea* (nördlich-extratropisch), *Matricaria* (besonders Südafrika und Mediterrangebiet), *Chrysanthemum* (große Verbreitung), *Artemisia* (nördlich-extratropisch). — Offizinell, beziehungsweise medizinisch verwendet: „Flores Chamomillae romanae" von *Anthemis nobilis*, römische Kamille (Westeuropa), „Radix Pyrethri" von *Anacyclus Pyrethrum*, Bertramwurzel (südliches Mediterrangebiet), „Herba Millefolii" von *Achillea Millefolium*, Schafgarbe, und verwandten Arten (Europa, Nordamerika), „Flores Chamomillae" von *Matricaria Chamomilla*, der Kamille (Europa, Asien), „Flores Cinae" von *Artemisia Cina*, Zittwer (Turkestan), „Herba Absinthii" von *Artemisia Absinthium*, Wermut (Europa, Asien). — Die Infloreszenzen von *Chrysanthemum* (*Pyrethrum*) *cinerariifolium* (Dalmatien) liefern das „dalmatinische", die von *Ch. roseum* (Kaukasus) und *Ch. Marschallii* (Südwestasien) das „persische Insektenpulver". — *Artemisia Dracunculus* Estragon (Südosteuropa, Westasien), wird als Gewürzpflanze kultiviert. — Zierpflanzen: *Chrysanthemum morifolium* (= *Ch. sinense*) (Japan, China), die Stammpflanze der in zahllosen Formen kultivierten „Chrysanthemen"[130]), *Ch. frutescens* (Kanarische Inseln).

VIII. *Senecioneae.* Wie V, aber Pappus haarförmig. Spreublätter meist fehlend. — Weite Verbreitung. Größte Gattungen: *Senecio* (ungemein artenreich, große Verbreitung; baumförmige Arten von sehr charakteristischem Habitus in den Hochgebirgen des trop. Afrika[131]), z. B. *S. adnivalis*, *S. Keniodendron*, *S. Johnstoni*, vgl. Abb. 593), *Senecillis* (Europa, Asien), *Cacalia* (Amerika und östliches Asien), *Doronicum*, *Liabum*; ferner *Petasites*, *Homogyne*, *Adenostyles*[132]), *Erechthites*. — Offizinell: „Folia Farfarae" von *Tussilago Farfara*, dem in Europa und Asien weit verbreiteten, sonst eingeschleppten Huflattich; „Flores Arnicae" von *Arnica montana*, Wohlverleih (Gebirge Europas). — Zierpflanzen: *Senecio Cineraria* (Mittelmeergebiet), *S. cruentus* (Kanarische Inseln), „Cinerarie".

IX. *Calenduleae.* Köpfchen mit ♀ Randblüten und ⚥ aktinomorphen Scheibenblüten. Antheren am Grunde zugespitzt. Früchte ohne Pappus, groß. — Am artenreichsten in Südafrika. — *Calendula officinalis*, Ringelblume, sehr häufig kultivierte Zierpflanze.

Abb. 592. *Compositae.* — *Odontospermum pygmaeum.* Ganze Pflanze. Fig. 2 trocken, Fig. 1 befeuchtet. — Nat. Gr. — Original.

X. *Arctotideae.* Köpfchen mit zungenförmigen, ♀ oder sterilen Randblüten. Griffel unter oder an der Teilungsstelle verdickt oder mit langen Fegehaaren. — Hauptverbreitung in Südafrika. — Artenreichste Gattungen: *Ursinia*, *Arctotis*, *Gazzania*, *Berkheya*.

---

130) Vgl. Hemsley W. B. in Gard. Chron., 1889.

131) Vgl. Fries R. u. Th., Üb. d. Riesen-Senec. d. afr. Hochg. Sv. bot. Tidskr., XVI., 1922.

132) Vgl. Vierhapper Fr., Üb. Verw. u. Herk. d. Gttg. *Homogyne* u. *Adenost.*, Öst. bot. Zeitschr.. 1923.

XI. *Cynareae.* Köpfchen homogam oder heterogam, mit nicht zungenförmigen, ♀ oder sterilen Randblüten. Griffel wie bei X. — Hauptverbreitung im Mediterrangebiet, auch sonst in Europa und Asien. — Größte Gattungen: *Echinops* (Europa, Asien, Afrika, besonders Orient), *Cousinia* (Orient), *Saussurea* (Gebirge der nördlich-gemäßigten Zone), *Jurinea* (Europa, Asien, Nordafrika), *Carduus* (Europa, Asien), *Cirsium* (nördl. extratropisch — viele Bastarde), *Centaurea* (Hauptverbreitung Südeuropa und Mittelmeergebiet). — Medizinalpflanzen: *Cnicus benedictus*, Benediktenkraut (mediterran), liefert „Herba Cardui benedicti"; *Carthamus tinctorius*, Saflor (mediterran), liefert „Flores Carthami"; letztere auch Färbepflanze. — Gemüsepflanzen: *Cynara Scolymus*, die Artischocke (mediterran), und *C. Cardunculus*; von ersterer werden die fleischigen Teile des Blütenstandes, von letzterer die Blattstiele verwendet. — *Arctium*-Arten, Klette, verbreitete Unkräuter.

Abb. 593. *Compositae.* — *Senecio Johnstonii* am Kilimandscharo in Ostafrika bei zirka 3800 Meter Höhe. — Nach einer Photographie von K. Uhlig.

XII. *Mutisieae.* Köpfchen homogam oder heterogam. Randblüten 2lippig, Scheibenblüten ebenso oder aktinomorph. — Hauptverbreitung in Amerika, besonders in Südamerika; einzelne, besonders endemische, Gattungen in Europa, Asien, Afrika. — Größte Gattungen: *Mutisia* (häufig mit Blattranken — Südamerika), *Perezia* (Amerika), *Leuceria* (Südamerika), *Nassauvia* (Südamerika), *Gerbera* (Afrika, Asien) u. a.

B. ***Liguliflorae.***

XIII. *Cichorieae.* — Größte Gattungen: *Tragopogon* (Alte Welt), *Leontodon* (Europa, Asien), *Scorzonera* (Europa, Asien), *Lactuca* (verbreitet), *Sonchus* (Europa, Asien, Afrika), *Crepis* (vorherrschend nördlich-extratropisch), *Hieracium* (verbreitet, besonders Europa). Letztere eine der am reichsten gegliederten Gattungen, die aus dem Pflanzenreiche über-

haupt bekannt wurden[133]). Viele Bastarde. Die reiche Gliederung hängt zum Teil mit der parthenogenetischen Fortpflanzung und der dadurch bedingten Vererbungsmöglichkeit jeder Mutation und Kreuzung zusammen. — Medizinalpflanzen: *Taraxacum officinale* (Europa, Westasien, vielfach verschleppt), der Löwenzahn, liefert „Radix Taraxaci" und „Herba Taraxaci"; *Lactuca virosa*, der Giftlattich (Europa), liefert das „Lacturarium" (eingetrockneter Milchsaft). — Gemüsepflanzen: *Lactuca sativa*, Lattich, Salat, besonders in den Rassen *capitata*, „Häuptel-" oder „Kopfsalat", und *longifolia*, „Kochsalat", kultiviert; *Scorzonera hispanica* (Europa), die Schwarzwurzel; *Cichorium Endivia* (von dem mediterranen *C. pumilum* abstammend), der Endiviensalat. — *Cichorium Intybus*, die Zichorie (Europa, Asien), wird als Kaffeesurrogat verwendet (Wurzel) und in der Rasse *foliosum* als Salatpflanze gebaut.

II. Klasse. Monocotyledones. Einkeimblättrige.

Charakteristik S. 539.

Aus der Charakteristik a. a. O. ergibt sich, daß die Monocotyledonen von den Dicotyledonen durch Merkmale verschieden sind, welche vor allem die Anlage, den Bau und die Funktion des Keimblattes, sowie den Gefäßbündelbau und -Verlauf in sämtlichen vegetativen Organen betreffen. Die im Verhalten der Wurzeln, in der Gestalt der Blätter, in der Stellung der Vorblätter, in den Zahlenverhältnissen der Blüten gelegenen Merkmale sind zwar vielfach die auffallendsten, aber doch insoferne von relativ geringerer Bedeutung, als sie sich nicht selten auch bei Dicotyledonen finden.

Oft wird als Unterschied zwischen Monocotyledonen und Dicotyledonen angegeben, daß die Stämme der letzteren ein sekundäres Dickenwachstum besitzen, jene der ersteren nicht. Diese Angabe beruht zum Teil auf einer unrichtigen sprachlichen Ausdrucksweise. Die Stämme beider Klassen können sekundäres Dickenwachstum besitzen, das der Dicotyledonen geht aber in der Regel auf die Tätigkeit eines zwischen Phloëm und Xylem eingeschalteten Kambiums beziehungsweise eines Interfaszikularkambiums zurück, während das der Monocotyledonen auf der Tätigkeit einer Meristemzone beruht, welche an der Peripherie des von geschlossenen Gefäßbündeln durchzogenen Teiles des Stammes liegt, oder auf sekundären Teilungen in den parenchymatischen Geweben. — Von Eigentümlichkeiten der Monokotyledonen, die zwar von geringerer Bedeutung, aber doch oft mitbestimmend für den Habitus sind, seien noch erwähnt: geringe Verzweigung der oberirdischen Stämme mit Ausnahme der Infloreszenzen, Seltenheit der dekussierten Blattstellung, Aufsitzen der Blätter mit breiter Basis, Ganzrandigkeit der Blätter.

Die Merkmale der Monocotyledonen bedingen in ihrer Gesamtheit einen so wohlausgeprägten Typus, daß — von ganz vereinzelten Fällen abgesehen — die Abgrenzung derselben von den Dicotyledonen niemals Schwierigkeiten bereitet hat.

Ein Teil der Merkmale der Monocotyledonen läßt sich insoferne mit einer ökologischen Anpassung in Beziehung bringen und daher verständlich machen, als bei vielen hieher gehörigen Pflanzen eine geophile Lebensweise deutlich ausgeprägt ist, was auch in der Entwicklung unterirdischer ausdauernder Organe (Zwiebeln, Knollen, Rhizome) zum Ausdruck kommt. Der

---

[133]) Vgl. die Literaturzusammenstellung und Bearbeitung von Zahn K. H. in Engler A., Das Pflanzenreich, IV., 280, 1921–1923.

geophile Bau machte auch Anpassung einerseits an das Wasserleben, anderseits an zeitweise große Trockenheit möglich. Damit steht auch das relativ seltene Vorkommen baumförmiger Typen im Zusammenhange. Die baumförmigen Monocotyledonen weisen durch ihren Bau, besonders durch ihre Verzweigungsverhältnisse auf eine ganz andere Herkunft hin, als die meisten baumförmigen Dicotyledonen.

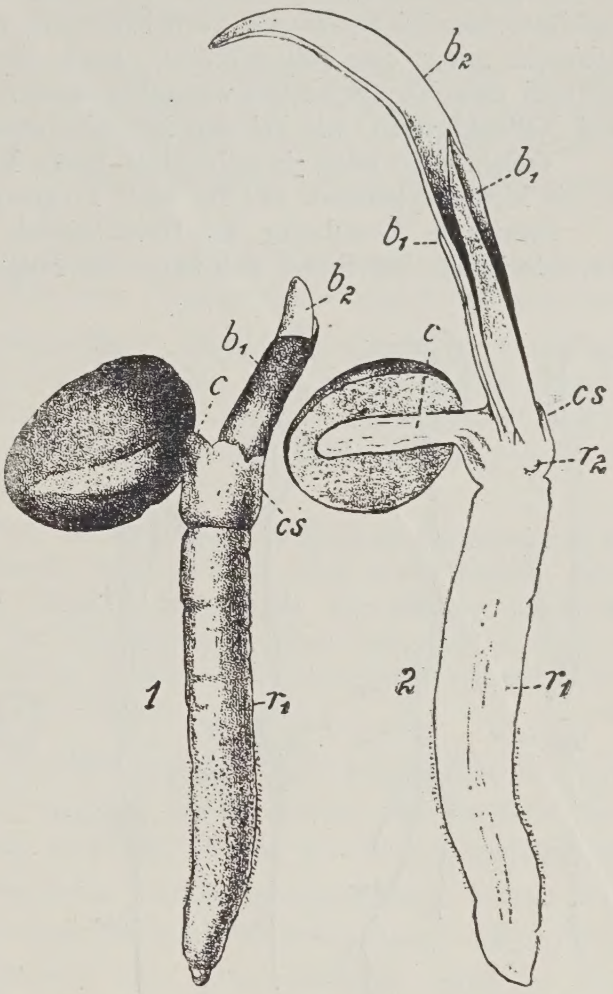


Abb. 594. Keimling einer monocotylen Pflanze (*Clivia miniata*). — Fig. 1. Ganzer Keimling. — Fig. 2. Ein etwas älterer Keimling, längs durchschn. — *c* Cotyledo, b_1 erstes, b_2 zweites Sproßblatt, *cs* Scheidenteil des Cotyledo, r_1 Primärwurzel, r_2 Anlage einer Adventivwurzel. — Nat. Gr. — Original.

Die Frage der entwicklungsgeschichtlichen Stellung der Monocotyledonen wurde bereits (S. 517 und 518)[1]) erörtert. Aus dieser Erörterung ging hervor, daß die Dicotyledonen und Monocotyledonen in so vielen wesentlichen Eigentümlichkeiten übereinstimmen, daß eine vollständig verschiedene Ableitung derselben untunlich erscheint; eine Ableitung der Dicotyledonen von den Monocotyledonen ist unmöglich, doch begegnet der Versuch, die letzteren von dem Typus der ersteren abzuleiten, keinen Schwierigkeiten unter der Voraussetzung, daß eine sehr frühe Abzweigung der Monocotyledonen angenommen wird. Mit dieser Voraussetzung steht es in vollem Einklange, daß gerade bei der Reihe der *Polycarpicae* vielfach Merkmale gefunden wurden, welche sich mit jenen der Monocotyledonen leicht in Beziehung bringen lassen.

Wenn auch bereits auf S. 517 die Übereinstimmung der Monocotyledonen mit Vertretern der *Polycarpicae* besprochen wurde, so dürfte es doch am Platze sein, hier diese Übereinstimmungen nochmals zusammenzufassen[2]).

Das Keimblatt der Monocotyledonen ist zweifellos phylogenetisch auf eine Vereinigung der beiden Keimblätter der Dicotyledonen zurückzuführen[3]) (Synkotylie); Synkotylie findet

[1]) Dort auch ein Verzeichnis der die Frage im allgemeinen behandelnden Literatur.

[2]) Vgl. die sehr gute Zusammenfassung in Suessenguth K., Beitr. z. Fr. d. syst. Anschl. d. Monoc. Beih. bot. Zentralbl., Bd. XXXVIII, Abt. II, 1920.

[3]) Sargant E., The origin of the seed. leaf in Monoc., New Phytol. I., 1902; A theory of the origin of Monoc. found. of struct. of seed, Ann. of Bot., Vol. XVII., 1903. — Compton R. H., Anat. Study of Syncot. and Schizocot. Ann. of Bot., XXVII., 1913. — Thomas E. N.

sich bei den *Polycarpicae* unter den *Ranunculaceae* (vgl. Abb. 595, Fig. 1 u. 2), *Berberidaceae* (vgl. Abb. 357, Fig. 5—7) und *Nymphaeaceae*. Die Möglichkeit der Homologisierung der ganzen Keimlinge ergibt sich aus Abb. 595. Ebenso dürfte das bei den Monocotyledonen so häufige Vorkommen adossierter Vorblätter auf die Vereinigung der beiden transversalen Vorblätter der Dicotyledonen zurückzuführen sein (gleiches bei den *Anonaceae* und *Aristolochiaceae* unter den *Polycarpicae*[4]), sowie das Vorkommen ventraler Schuppen an den Blättern mancher (besonders wasserbewohnenden) Monocotyledonen auf die Fusion von je zwei Nebenblättern, wie bei den Nymphaeaceen[5]).

Vollständige oder ± bald eintretende Reduktion der Hauptwurzel ist bezeichnend für die Monocolyledonen und für viele *Polycarpicae*[6]).

Zerstreute Anordnung der Gefäßbündel, wie sie für die meisten Monocotyledonen charakteristisch ist, findet sich unter den *Polycarpicae* bei Nymphaeaceen, Ranunculaceen,

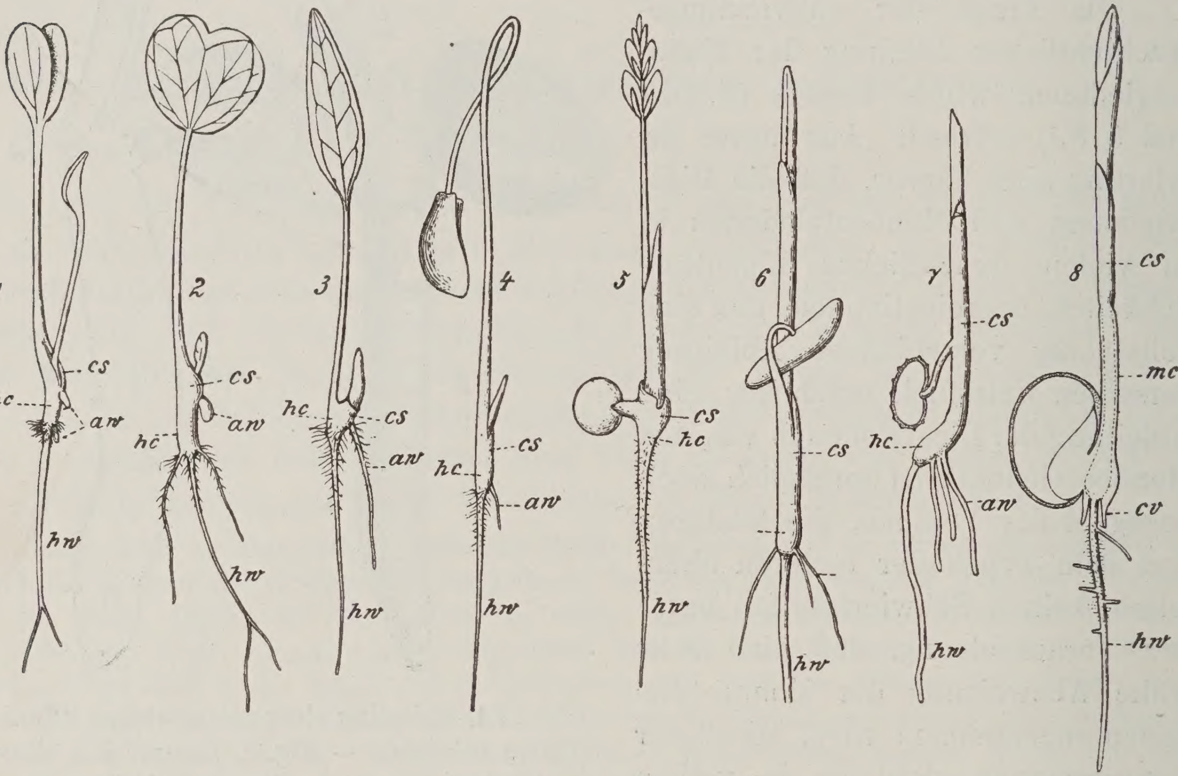


Abb. 595. Keimlinge von Monocotyledonen im Vergleich mit solchen synkotyler Dicotyledonen. — Fig. 1 *Ranunculus Wettsteinii* (verw. mit *R. parnassifolius*); Fig. 2 *Ranunculus Ficaria*; Fig. 3 *Paris*; Fig. 4 *Allium*; Fig. 5 *Ruscus*; Fig. 6 *Phoenix*; Fig. 7 *Tradescantia*; Fig. 8. *Zea*. — *hw* Hauptwurzel, *aw* Adventivwurzel, *hc* Hyocotyl, *cs* Cotyledonarscheide, *mc* Mesocotyl, *cv* Coleorhiza. — Fig. 4—6 nach Velenovský, sonst Original.

Berberidaceen; die Reduktion, bzw. der Ausfall eines persistierenden Kambiums wie bei den Monocotyledonen wurde auch bei Aristolochiaceen, Berberidaceen, Lardizabalaceen nachgewiesen, während anderseits bei vielen Monocotyledonen noch Reste des Kambiums zu finden sind. Die für die meisten Monocotyledonen so bezeichnende Trimerie der Blüte findet sich auch bei Magnoliaceen, Anonaceen, Myristicaceen, Lardizabalaceen, Menisperma-

---

and Davey A. J., Morph. and anat. of cert. Pseudomonoc. Rep. Meet. Brit. Ass,, 1914. — Vgl. auch Wettstein R., Die Keimung v. *Streptopus*. Öst. bot. Zeitschr., 1920.

[4]) Fries R. E., Ein unbeacht. geblieb. Monoc.-Merkm. d. Polycarp. Ber. d. d. bot. Ges., XXIX., 1911. — Reiter E., Üb. Vorblattbild. b. Monoc. Flora, CX., 1918.

[5]) Glück H., Stipulargeb. b. Monoc., Verh. naturh.-med. Ver. Heidelberg, VII., 1902; Blatt- u. blütenmorph. Stud., 1919.

[6]) Lindinger L., Bemerk. z. Phylog. d. Monoc. Naturw. Wochensch., 1910.

ceen, Aristolochiaceen, Lauraceen, Berberidaceen, Nymphaeaceen, Ranunculaceen; hemizyklische Blüten kommen bei Alismataceen, apokarpes Gynöceum bei Alismataceen und Butomaceen vor[7]); der Bau der Fruchtknoten der ursprünglicheren Monocotyledonen stimmt mit dem der *Polycarpicae* ganz überein, ebenso der Bau der Blütennektarien[8]).

Für viele Monocotyledonen wird ferner als charakteristisch angegeben die sukzedane Bildung der Pollenkörner, während für die meisten Dicotyledonen simultane angenommen wird. Das Merkmal ist kein allgemein gültiges; immerhin ist auffallend, daß gerade bei den *Polycarpicae* sukzedane Pollenbildung relativ häufig ist (*Magnoliaceae, Anonaceae, Cinnamomum, Aristolochia, Cabomba*[9]).

Sero-diagnostische Untersuchungen[10]) ergaben positive Reaktionen von Monocotyledonen-Serum mit Magnoliaceen, Menispermaceen, Nymphaeaceen und Aristolochiaceen.

Die Frage, ob die Blätter der Monocotyledonen „Phyllodien"-Charakter haben oder nicht[11]), ist für die Erörterung der Abstammung derselben von geringerer Bedeutung; in der Bezeichnung „Phyllodien" liegt eine terminologische Übertreibung, es handelt sich um eine Vereinfachung in der Gliederung der Blätter[12]), wie eine solche allerdings auch bei *Ranunculaceae* und *Nymphaeaceae* vorkommt.

So wenig es mithin zweifelhaft erscheint, daß zwischen den Monocotyledonen und den *Polycarpicae* genetische Beziehungen vorhanden sind, so ist es doch nicht möglich, dabei eine bestimmte Familie der letzteren als Vorläufer anzusehen. Wir können nur sagen, daß die Monocotyledonen sich vom Typus der *Polycarpicae* ableiten lassen; sie sind ebenso Ausstrahlungen desselben, wie die heute lebenden Familien der *Polycarpicae* und die Reihen der Dicotyledonen, die mit ihnen in Verbindung stehen.

Ob die Monocotyledonen eine monophyletisch oder polyphyletisch entstandene Gruppe darstellen, läßt sich zurzeit nicht sicher entscheiden; bei Erörterung der Frage ist zu beachten, daß der Typus der Monocotyledonen mehrfach aus dem Typus der *Polycarpicae* hervorgegangen sein kann, was nur in einem gewissen Sinne als polyphyletisch zu bezeichnen wäre, daß aber auch die Ableitung einiger Familien von ganz anderen Gruppen der Dicotyledonen in Betracht gezogen werden könnte. Für die erstere Möglichkeit spricht der Umstand, daß mehrfach engere Beziehungen von Familien der Monocotyledonen und solchen der *Polycarpicae* nachweisbar sind, so *Alismataceae — Ranunculaceae, Butomaceae — Cabombeae, Liliaceae — Berberidaceae, Taccaceae — Aristolochiaceae*[13]) usw. Für die zweite Möglichkeit könnte der Umstand herangezogen werden, daß einzelne Gruppen der Monocotyledonen etwas aus der Reihe derselben herausfallen, so die *Dioscoreaceae,* die *Spadiciflorae* und *Pandanales;* immerhin tritt auch hier der Gesamtbau der *Monocotyledones* aber so deutlich hervor, daß ich an eine vollständig andere Ableitung nicht glauben kann.

---

[7]) Vgl. auch Nitschke J., Beitr. z. Phylog. d. Monoc. Beitr. z. Biol., Bd. 12, 1914.

[8]) Porsch O., Die Abstammung d. Monoc. u. d. Blütennekt. Ber. d. d. bot. Ges., XXXI., 1914.

[9]) Vgl. Suessenguth, a. a. O.

[10]) Worseck E., Sero-diagn. Unters. üb. d. Verw.-Verh. d. Monoc. Botan. Archiv, II. Bd., 1922.

[11]) Arber A., The Phyllode Theory of the Monoc. Leaf. Ann. of Bot., XXXII., 1918.

[12]) Gaisberg E., Zur Deutg. d. Monocotylenbl. als Phyllod. Flora, 115. Bd., 1922.

[13]) Vgl. Suessenguth, a. a. O.

Die Ergebnisse der vorstehenden Erörterung müssen die systematische Behandlung der Monocotyledonen[14]) beeinflussen. Zunächst bedingen sie, daß die Monocotyledonen als eine vom Typus der Dicotyledonen abgeleitete Gruppe nach diesen behandelt werden und die vielfach heute noch festgehaltene Einfügung der Monocotyledonen zwischen die Gymnospermen und Dicotyledonen aufgegeben wird.

Überblicken wir die Monocotyledonen, so gewinnen wir den Eindruck, daß sie sich auf mindestens 3 Gruppen verteilen lassen, die zwar alle auf denselben Grundtypus hinweisen, die sich aber nicht so leicht untereinander in Verbindung bringen lassen.

Die erste dieser Gruppen ist die Reihe der *Helobiae*. Hier sind die Beziehungen zu den *Polycarpicae*, sogar zu noch lebenden Formen derselben, sehr klar, sie erscheinen geradezu als eine Ausstrahlung der *Polycarpicae*, deren morphologische Gestaltung mit zunehmender Anpassung an das Wasserleben im Zusammenhange steht (Ausnahme die auch sonst abweichende Familie der *Triuridaceae*).

In der folgenden Gruppe, welche die *Liliiflorae* und eine Anzahl sich diesen anschließender Reihen *(Enantioblastae, Cyperales, Glumiflorae, Scitamineae, Gynandrae)* umfaßt, kommt der Monocotyledonentypus sozusagen am stärksten zur Ausprägung. Man erhält nicht den Eindruck einer nahen Verwandtschaft mit den *Helobiae*, sondern den einer getrennten Abstammung von analogen Vorfahren. Ausgehend von Formen mit aktinomorphen entomogamen Blüten *(Liliiflorae)* sind Reihen mit extremer Anemogamie *(Cyperales, Glumiflorae)* einerseits, mit Zygomorphie als Ausdruck extremer Entomogamie *(Scitamineae, Gynandrae)* anderseits entstanden. Die Gruppe umfaßt, im Gegensatze zu den *Helobiae*, die Hauptmenge der terestrischen monocotylen *Polycarpicae*-Abkömmlinge.

Eine dritte Gruppe von Reihen stellen die *Pandanales* und *Spadiciflorae* dar. Der Monocotyledonentypus ist klar ausgeprägt; an einer analogen Herkunft wie die der beiden anderen Gruppen ist kaum zu zweifeln. Dabei ist die Gruppe gewiß von hohem Alter. Wenn sie in der systematischen Auf-

---

[14]) Vgl. über die Frage der Herkunft und über die Systematik der Monocotyledonen außer der auf S. 518 zitierten Literatur insbesondere noch: Drude O. in Schenk, Handb., Bd. III, 2., S. 304ff. 1887. — Engler A., Die system. Anordn. d. monoc. Angiosp. Abh. d. preuß. Akad., 1892. — Delpino F., Aggiunte alla teor. della classif. delle Monoc. Mem. Acc. Bologna, Ser. V, 10. — Sargant E., The evolut. of Monoc. Bot. Gaz., 37., 1904. — Rendle A. B., The classif. of flow. pl. I., Cambridge, 1904. — Fritsch K. in Wiesner J., Organogr. u. System. d. Pflanzen, 3. Aufl., Wien 1909. — Lindinger L., Bemerkungen zur Phylogenie der Monocotylen. Naturw. Wochenschrift, 1910, Nr. 5. — Henslow G., The origin of Monoc. from aquat. Dicot. Journ. R. hort. Soc. London, XXXVII., 1911. — Hallier H., L'orig. et le syst. phyl. d. Angiosp. Arch. Néerl. d. sc. ex., Ser. III B., T. I, 1912. — Coulter J. M. and Land W. J. G., The origin of Monocot. Bot. Gaz., LVI., 1914. — Coulter J. M., The origin of Monoc. Ann. Minn. Bot. Gard., II., 1915. — Liehr O., Verw. d. *Helobiae* u. *Polycarp.* u. Cytol. Beitr. z. Biol. d. Pfl., XIII., 1916. — Hayata B., The nat. classif. of pl. acc. to the dyn. syst. Icon. pl. Form., Vol. X, 1921.

zählung den beiden anderen Gruppen folgt, so ist damit nicht gesagt, daß sie sich von diesen ableitet.

Sympetalie, bezw. Vereinigung aller Perianthblätter, kommt bei den Monocotyledonen vor, doch wurde sie niemals in systematischer Hinsicht weitgehend verwertet, da hier die Beziehungen der sympetalen Formen zu choripetalen sehr klar sind.

1. Reihe. *Helobiae.*

Wasser- oder Sumpfpflanzen. Blüte sehr verschieden ausgebildet infolge häufig auftretender und weitgehender Reduktion; bei den nicht reduzierten Formen finden sich aktinomorphe Blüten mit einem doppelten Perianthium; die äußere Blütenhülle ist häufig kelchartig, die innere korollinisch. Staubgefäße zahlreich bis 1. Fruchtknotenblätter zahlreich bis 1; wenn mehr als 1, entweder apokarp oder synkarp, im letzteren Falle aber mit freien Griffeln. Fruchtknoten ober- oder unterständig. Sind in einer Blüte zahlreiche Fruchtknoten vorhanden, so stehen sie häufig schraubig. Samen stets oder wenigstens im ganz reifen Zustande ohne oder mit schwach entwickeltem Nährgewebe. In den Achseln der Laubblätter finden sich zumeist schuppenförmige Stipularbildungen[15]) und überdies schuppenförmige oder haarförmige „Squamulae intravaginales“, welche der Schleimabsonderung dienen.

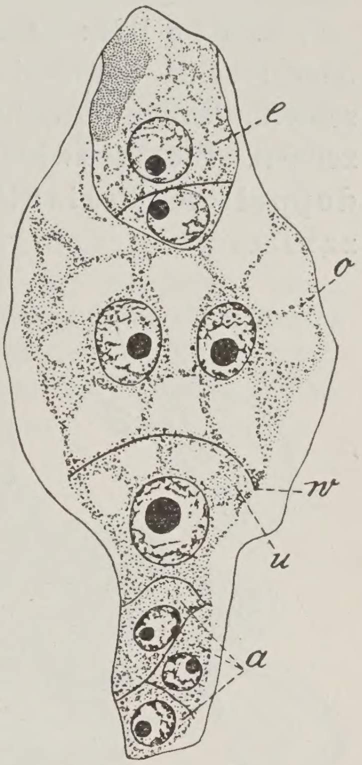


Abb. 596. Endospermbildung nach dem *Helobiae*-Typus. — Embryosack von *Butomus* nach der Befruchtung; der Endospermkern hat sich geteilt, zwischen die beiden Kerne hat sich die Wand *w* eingeschaltet, die den Embryosack in einen oberen (*o*) und einen unteren (*u*) Teil zerlegt; im unteren finden keine oder nur wenige weitere Teilungen statt, im oberen erfolgt nukleäre Endospermbildung; *e* Embryo, *a* Antipoden. — Nach Holmgren.

Die bei vielen Formen auftretenden Reduktionen im Blütenbaue stehen mit Anemogamie oder mit der Anpassung an das Wasserleben im Zusammenhange. Zur Aufklärung der systematischen Stellung der ganzen Reihe ist in erster Linie die Berücksichtigung der weniger reduzierten Formen nötig und diese ergibt unleugbare Ähnlichkeiten mit der Reihe der *Polycarpicae* unter den Dicotyledonen.

Die Reihe der *Helobiae* ist außer durch die angeführten Merkmale auch durch eine Reihe von Eigentümlichkeiten der Pollenbildung und Samenanlagenentwicklung ausgezeichnet.

Bei allen Familien (mit Ausnahme der Aponogetonaceen) findet sich sukzedane Pollenbildung und Periplasmodienbildung im Pollensack. Die

[15]) Vgl. Glück H., a. a. O. — Velenovský J., Vergl. Morphol., II., 1907. — Domin K., Morphol. u. phylog. Stud. Ann. Jard. bot. Buitenzorg., 2. Ser., IX., 1911. — Schrödinger R. in Verh. z. b. Ges. Wien, 1919.

Endospermbildung erfolgt in eigener Art (*Helobiae*-Typus nach Palm): Nach der Befruchtung wird im Antipodenteile des Embryosackes eine Zelle abgegliedert, welche sich nicht oder nur wenig weiter teilt, während in dem der Mikropyle zugewendeten Teile nukleäre Endospermbildung erfolgt. (Vgl. Abb. 596.)

1. Familie: **Alismataceae**[16]). (Abb. 597.) Krautige Pflanzen, Wasser oder feuchte Standorte bewohnend, mit grundständigen, oft flutenden oder schwimmenden Laubblättern und meist dolden- oder quirlartigen Infloreszenzen. Blüten zwitterig oder eingeschlechtig, 3zählig, aktinomorph, mit doppeltem Perianthium (Kelch und Korolle). Staubgefäße 3 bis zahlreich, Fruchtknoten 6 bis zahlreich, frei. Bei größerer Zahl

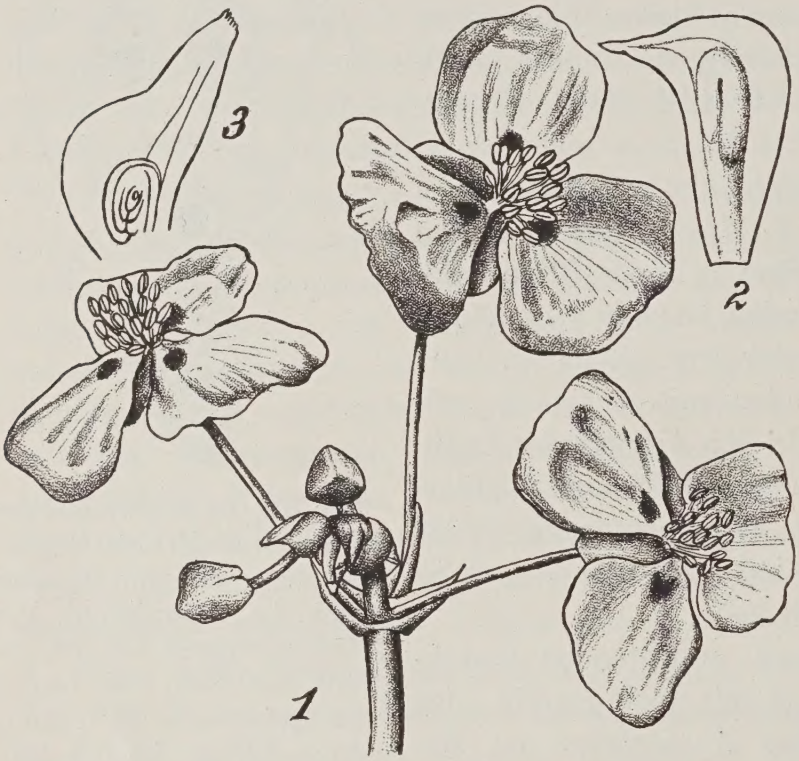


Abb. 597. *Alismataceae.* — Fig. 1. Infloreszenz von *Sagittaria montevidensis* mit ♂ Blüten. — Fig. 2. Frucht davon. — Fig. 3. Fruchtkn. von *Sagittaria sagittifolia*, längs durchschn. — Fig. 1 nat. Gr., 2 u. 3 vergr. — Fig. 3 nach Buchenau, 1 u. 2 Original.

stehen die Staubgefäße und Fruchtknotenblätter in mehreren Wirteln oder auch schraubig. Samenanlagen an der Bauchnaht der Fruchtknoten, einzeln oder in Mehrzahl. Schließfrüchte.

In den vegetativen Organen Milchsaftgänge. Hydathoden an der Rückseite der Laubblätter nahe der Spitze. Laubblätter mit gitterartig angeordneten Gefäßbündeln; Form und Bau der Laubblätter stark beeinflußt durch Verhältnisse des Standortes. Auffallend ist bei manchen Arten die große Mannigfaltigkeit in bezug auf Zahl und Stellung der Blütenorgane. Insektenbestäubung; bei mehreren Arten findet Selbstbestäubung statt, wenn die

---

[16]) Buchenau F. in E. P., II. 1, S. 227, 1889 und in Engler A., Das Pflanzenreich, IV. 15., 1903 und die dort zitierte Literatur. — Glück H., Zur Biol. d. deutsch. Alism., Bot. Jahrb., XXXIII., Beibl. Nr. 73, 1903; Biolog. u. morphol. Unters. über Wasser- u. Sumpfgew. I., Jena 1905; Syst. Glied. d. europ. Alism., Allg. bot. Zeitschr., XII., 1906; Lebensgesch. d. *A.*, Stuttgart 1907. — Glück H. u. Kirchner O. in Kirchner, Loew u. Schröter, Lebensgesch. d. Blütenpfl. Mitteleur., I. Bd., 1908. — Souèges R., Embryog. d. Alism. C. R. Ac. Sc. Paris, CLXV., p. 715 et 1014, 1917.

Blüten die Wasseroberfläche nicht erreichen. Verbreitung der Früchte häufig durch das Wasser (Schwimmfrüchte).

Artenreichste Gattungen: *Sagittaria*, Pfeilkraut. Bes. in Nordamerika; in Europa und Asien *S. sagittifolia*. Vegetative Vermehrung durch Knollen an den Enden von Ausläufern. Die Knollen mehrerer Arten werden nach Beseitigung scharfer Stoffe genossen (Ostrußland, China, westl. Nordamerika). — *Echinodorus* (besonders in Amerika). — *Alisma Plantago*, Froschlöffel, mit mehreren Formen über einen großen Teil der Erde verbreitet. — *Elisma*.

2. Familie: **Butomaceae**[17]). (Abb. 598.) Der vorigen Familie nahestehend, von ihr verschieden durch die Stellung der Samenanlagen, welche die Innenflächen der Fruchtknotenblätter bedecken, und durch Balgfrüchte.

A. Staubgefäße zahlreich, die äußeren staminodial. *Hydrocleis nymphoides* (trop. Amerika), unter dem falschen Namen *Limnocharis Humboldtii* häufig in Gewächshäusern kultiviert. — *Limnocharis flava* (trop. Amerika). — *B*. Staubgefäße meist 9: *Butomus umbellatus*, in Europa u. Asien verbr., mit linealen Blättern und rosenroten Blüten in doldenähnlichen Infloreszenzen.

Abb. 598. *Butomaceae*. — Fig. 1. Blüte v. *Butomus umbellatus*. — Fig. 2. Querschn. d. d. Gynöceum davon. — Vergr. — Original.

3. Familie: **Hydrocharitaceae**[18]). (Abb. 599.) Untergetauchte oder schwimmende, krautige Pflanzen. Blüten oder Blütenstände vor dem Aufblühen in einer aus 1 oder 2 Hochblättern gebildeten Hülle eingeschlossen. Blüten meist eingeschlechtig, aktinomorph, mit doppeltem Perianth (Kelch und Korolle), seltener perianthlos. Staubgefäße 3—15, wenn mehr als 3, in mehreren Wirteln. Fruchtknotenblätter

[17]) Buchenau F. in E. P., II. 1, S. 232; Nachtr. III, S. 11; Nachtr. IV, S. 8. — Buchenau F. in Engler A., Pflanzenreich, IV. 16., 1903. — Woodhead T. W. und Kirchner O. in Kirchner, Loew u. Schröter, a. a. O., I., 1908. — Holmgren J., Zur Entw.-Gesch. v. *Butomus*. Sv. bot. Tidskr., VII., 1913.

[18]) Ascherson P. u. Gürke M. in E. P., II. 1, S. 238, 1889 und Nachtrag, S. 38, 1897; Nachtr. III, S. 12; Nachtr. IV, S. 8. — Tassi J., Sulla strutt. dell' ovulo d. *Hydromystria*. Bull. lab. ed orto bot. Siena, III., 1900. — Burr H. G., Embryol. of *Vallisn. spir.* Ohio Natur., III., 1903. — Svedelius N., On the life-hist. of *Enalus acor.* Ann. r. bot. Gard. Peradeniya, II., 1904. — Wylie R. B., The morph. of *Elodea can.* Bot. Gaz., 37., 1904. — Kindermann V., Zur Anat. u. Biol. d. Sam. von *Hydroch. Morsus-ranae*. Lotos, 1906. — Graebner P. u. Kirchner O. in Kirchner, Loew u. Schröter, a. a. O., 1908. — Solereder H., Syst.-anat. Unters. d. Bl. d. *Hydroch.*, Beih. bot. Zentralbl., XXX., 1913.

2—15, synkarp; Fruchtknoten unterständig, 1fächerig. Samenanlagen parietal. Früchte beerenartig.

Abb. 599. *Hydrocharitaceae.* — Fig. 1—7. *Vallisneria spiralis*; Fig. 1 ♀ Pfl.; Fig. 2 ♀ Blüte, von der Hülle umgeben; Fig. 3 ♀ Blüte, ein Teil der Narbe entfernt; Fig. 4 oberster Teil der ♀ Blüte; Fig. 5 ♂ Blütenstand, nach Entfernung der Hülle; Fig. 6 ♂ Blüte; Fig. 7 dieselbe im Durchschn. — Fig. 8. *Hydrilla verticillata*, Stück einer ♀ Pfl. — Fig. 9. *Elodea canadensis*, Stück einer ♀ Pfl.; Fig. 10 ♀ Blüte davon. — Fig. 11. *Hydrocharis Morsus-ranae*, ♂ Pfl. — Fig. 8 u. 9 nat. Gr., 1 u. 11 etwas verkl., alle anderen vergr. — Fig. 1—7 nach Hegi, 8—10 nach Caspary, 11 nach Decaisne.

Die Familie steht den beiden vorhergehenden nahe und stellt denselben Typus mit unterständigem Gynöceum dar. Die Anpassung an das Wasserleben (im Süßwasser

oder Meereswasser) hat zu sehr verschiedenen ökologischen Eigentümlichkeiten geführt, die insbesondere im Bestäubungsvorgang hervortreten. Mehrere Gattungen (*Stratiotes*, *Hydrocharis*) sind entomogam, ihre Blüten ragen über das Wasser empor; bei *Vallisneria*, *Elodea*, *Hydrilla* erreichen die ♀ Blüten zur Zeit der Bestäubungsfähigkeit die Wasseroberfläche, die ♂ Blüten lösen sich zur selben Zeit los, steigen an die Wasseroberfläche empor, wo sie sich öffnen und schwimmend durch den Wind zu den ♀ Blüten gebracht werden; bei *Halophila* findet die Belegung der Narben mit dem fadenförmigen Pollen unter Wasser statt. Vegetative Vermehrung meist sehr ausgiebig; Ausläuferbildung häufig. Ausbildung besonderer Winterknospen bei *Hydrocharis*, *Hydrilla* u. a.

Unterfamilien: ***Stratiotoideae.*** Fruchtknotenblätter 6—15. Laubblätter schraubig. Süßwasserbewohner. — *Hydrocharis Morsus-ranae*, in Europa und Asien, mit nierenförmigen, schwimmenden Blättern. — *Stratiotes aloides*, mit linealen, scharf gezähnten Blättern, in Europa und Nordasien; in Nordeuropa nur ♀ Pflanzen. Samen dieser Art aus dem europäischen Diluvium wurden als *Folliculites carinatus* beschrieben. — *Boottia* (bes. Afrika), *Ottelia* (trop.).

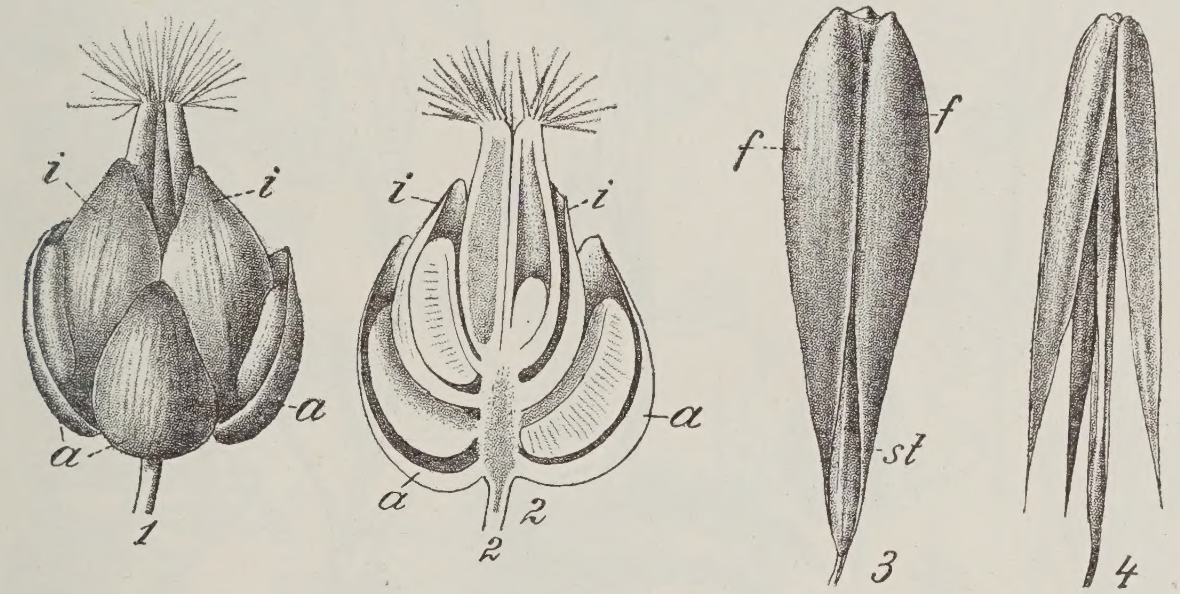


Abb. 600. *Scheuchzeriaceae.* — *Triglochin palustris.* — Fig. 1. ♀ Blüte; Fig. 2 dieselbe längs durchschn.; *a* äußere, *i* innere Perianthbl. — Fig. 3. Unreife Frucht; *f* fertile, *st* sterile Fruchtknotenblätter. — Fig. 4. Reife Fr. — Alle Fig. vergr. — Original.

Thalassioideae. Fruchtknotenblätter 6—15. Laubblätter zweizeilig. Meeresbewohner. — *Enalus acoroides* (Küsten des Stillen und Indischen Ozeans) und *Thalassia* (Stiller und Indischer Ozean) mit linealen Blättern.

Vallisnerioideae. Fruchtknotenblätter 2—5. Perianth vorhanden. Pollen kugelig. Süßwasserbewohner. — *Vallisneria spiralis* (trop. und subtrop., auch in Südeuropa) mit grasähnlichen Blättern und mit ♀ Blüten an schraubig gewundenen Stielen. — *Elodea canadensis*, die Wasserpest. Nordamerika. In Europa seit 1836 in ♀ Exempl. eingeschleppt und sich stellenweise sehr stark verbreitend. — *Hydrilla verticillata* (Osteuropa, Asien, Afrika, Australien). — *Blyxa* (Ostindien, Afrika).

Halophiloideae. Fruchtknotenblätter 2—5. Perianth fehlt. Pollen fadenförmig. Meeresbewohner. — *Halophila ovalis* (Indischer Ozean, Südsee), *H. spinulosa* (China bis Australien), *H. stipulacea* (Indischer Ozean; im Mittelmeer, ob eingeschleppt?).

4. Familie: ***Scheuchzeriaceae***[19]) (= *Juncaginaceae* 1808). (Abb. 600.)

---

[19]) Buchenau F. u. Hieronymus G. in E. P., II. 1, S. 222, 1889; Nachtr. III, S. 9. — Buchenau F. in Engler A., Pflanzenr., IV. 14, 1903 und die dort zitierte Literatur. — Loew E. in Kirchner O., Loew E. u. Schröter C., Lebensgesch. d. Blütenpfl. Mitteleur., I., 1906.

Feuchte Standorte bewohnende Landpflanzen, seltener submers. Den Alismataceen sehr nahestehend und ähnlich, von ihnen hauptsächlich verschieden durch das zwar doppelte, aber ganz kelchartige, oft hinfällige Perianthium und durch traubenförmige Infloreszenzen. Laubblätter grasähnlich. Meist 6 Staubgefäße und 6 Fruchtknotenblätter in je 2 Wirteln, von den Fruchtknotenblättern oft 3 steril.

Windblütig. Verbreitung der Früchte durch das Wasser oder durch Tiere. Knollenbildung bei mehreren Arten. — Blüten zwitterig oder eingeschlechtig; bei *Lilaea* ♀, zwitterige und ♂ Blüten auf derselben Pflanze.

Triglochin, z. B. *T. palustris* und *T. maritima* auf der nördlichen Hemisphäre weit verbreitet, außerdem in Südamerika. Früchte in einsamige, dornig verlängerte Teilfrüchte

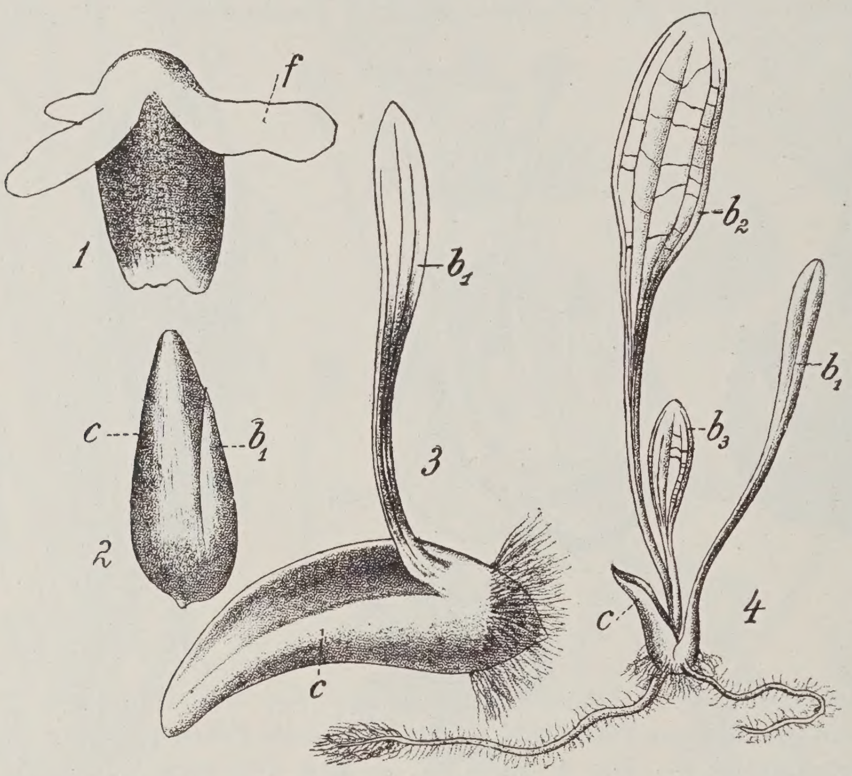


Abb. 601. *Aponogetonaceae.* — Keimung von *Aponogeton Bernierianus.* — Fig. 1. Samen nach dem Herausfallen des Embryos mit den Kutikularflügeln *f.* — Fig. 2. Embryo. — Fig. 3 u. 4. Keimungsstadien. — *c* Cotyledo, b_1, b_2, b_3 die aufeinanderfolgenden Primordialblätter. — Vergr. — Original.

zerfallend. — *Scheuchzeria palustris* (nördl.-extratrop.). Balgfrüchte. — *Lilaea subulata* (Nord- und Südamerika), bemerkenswert durch die Einzahl aller Organe der Blüte.

Die Familie der *Scheuchzeriaceae* mit ihrem vereinfachten, bei *Lilaea* auf 1 Blatt reduzierten Perianthium verbindet die erstgenannten Familien der *Helobiae* mit den folgenden, bei welchen Anpassung an Windbestäubung oder an das Wasserleben eine weitgehende Reduktion der Blüten bewirkt hat.

5. Familie: **Aponogetonaceae**[20]). (Abb. 601.) Wasserpflanzen (Süßwasser) mit knollenförmigem Rhizom, grundständigen Laubblättern mit

---

[20]) Engler A. in E. P., II. 1, S. 218, 1889; Nachtr. IV, S. 7. — Krause K. u. Engler A. in Engler, Pflanzenr., IV. 13, 1906. — Wettstein R. v., Samenbildung und Keimung von *Aponogeton Bern.* Österr. bot. Zeitschr., 1906. — Serguéeff M., Contrib. à la morphol. et la biol. d. *Aponog.* Genève 1907. — Afzelius K., Einig. Beob. z. Sam.-Entw. d. *Apog.* Sv. bot. Tidskr., 14., 1920.

schwimmender oder untergetauchter, dann manchmal gitterartig durchbrochener Lamina. Infloreszenzen über das Wasser emporragend, ährenförmig, oft gabelig geteilt. Blüten mit einfachem, korollinischem oder kelchartigem, 1- bis 3blättrigem Perianth. Staubgefäße 6 oder mehr in mehreren Wirteln. Fruchtknotenblätter frei, 3—6. Embryo gerade. Früchte beerenartig..

Den vorigen Familien unzweifelhaft sehr nahe stehend. Samenruhe fehlend, unmittelbar nach der Embryoreife erfolgt die Keimung. Die Kutikula der Samen löst sich flügel-

Abb. 602. *Potamogetonaceae.* — Fig. 1—3. *Potamogeton perfoliatus*; Fig. 2 Sproßstück mit Infloreszenz, Fig. 1 Infl., Fig. 3 Blüte von oben. — Fig. 4. ♂ Blüte von *Zannichellia palustris*; Fig. 5. fruchttragender Ast derselben; Fig. 6 ♀ Blüte davon mit heranwachsenden Fruchtkn. — Fig. 7. *Ruppia maritima*, fruchttragender Zweig; Fig. 8 Blütenstand davon. — Fig. 2 u. 5 nat. Gr., sonst vergr. — Fig. 4 nach Irmisch, 5 u. 7 nach Reichenbach, 6 u. 8 nach Le Maout und Decaisne, 1—3 Original.

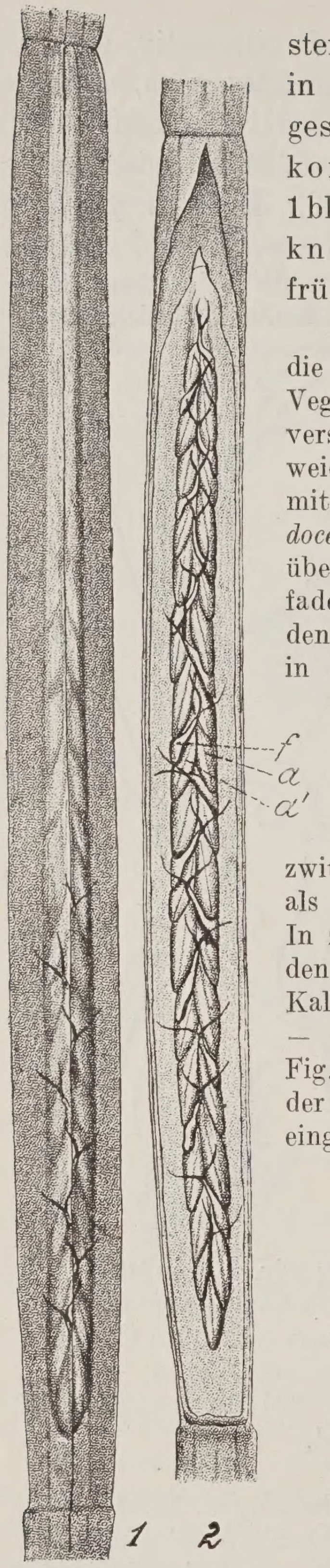
artig ab und fungiert, der Wasseroberfläche adhärierend, als Schwimmorgan. Bestäubungsverhältnisse ungenügend bekannt, bei einzelnen Arten wohl Entomogamie, sonst Autogamie.

Aponogeton (Afrika, trop. Asien, Australien). Einzelne Arten, wie *A. fenestralis* und *A. Bernierianus* (Madagaskar), mit gitterartig durchbrochenen Blättern, häufig in Gewächshäusern kultiviert; *A. distachyus* (Südafrika) gleichfalls; die stärkereichen Rhizomknollen der meisten Arten genießbar.

6. Familie: **Potamogetonaceae**[21]). (Abb. 602 u. 603.) Wasserpflanzen, vollständig untergetaucht oder mit schwimmenden Blattflächen oder wenig-

[21]) Ascherson P. in E. P., II. 1, S. 194, 1889; Nachtr. III, S. 8; Nachtr. IV, S. 7. — Murbeck S., Über Embryolog. v. *Ruppia*. Kongl. Sv. Vetensk. Akad. Handl., Bd. 36, 1902.

stens mit den Infloreszenzen aus dem Wasser ragend. Blüten in ährenförmigen Infloreszenzen oder einzelstehend, eingeschlechtig oder zwitterig. Perianthium einfach, niemals korollinisch, meist unscheinbar und häutig, 4- bis 1blättrig oder ganz fehlend. Staubgefäße 4—1. Fruchtknotenblätter 4—1, frei, mit je 1 Samenanlage. Schließfrüchte mit häutiger oder fleischiger Wand.



Laubblätter zumeist grasartig, manchmal dimorph und besonders die auf der Wasseroberfläche schwimmenden mit verbreiterter Lamina. Vegetative Vermehrungsorgane (zugleich vielfach Winterknospen) in verschiedener Ausbildung (z. B. knollentragende Ausläufer und abweichend geformte Kurztriebe bei *Potamogeton*-Arten; Sproßstücke mit besonderen, das Verankern bewirkenden Niederblättern bei *Cymodocea antarctica* usw.). Windbestäubung bei *Potamogeton*, sonst Pollenübertragung durch das Wasser. Pollen der meeresbewohnenden Formen fadenförmig. Bei einigen nordamerikanischen *Potamogeton*-Arten neben den anemogamen Blüten auch untergetaucht bleibende, kleistogame in armblütigen Infloreszenzen entwickelt; ähnlich kann auch bei anderen Arten, so *P. perfoliatus*, *P. praelongus* u. a. Autogamie eintreten, wenn die Infloreszenzen am Hervortreten aus dem Wasser gehindert sind. Deutung der als Perianthblätter bezeichneten Bildungen vielfach noch strittig.

Potamogeton, Laichkraut (Abb. 602, Fig. 1—3). Blüten zwitterig in einfachen, stielrunden Ähren. Perianth 4blättrig (auch als Konnektivbildung gedeutet), Staubgefäße 4, Fruchtknotenblätter 4. In zahlreichen Arten weit verbreitet, im Süß- und Brackwasser. Auf den Blättern entsteht häufig ein Niederschlag von kohlensaurem Kalk, der bei dem Absterben der Blätter zur Sedimentbildung beiträgt. — Ähnlich, aber mit 2 Staubgefäßen, *Ruppia maritima* (Abb. 602, Fig. 7), im Brack- und Meereswasser an den Küsten der Tropen und der gemäßigten Klimate verbreitet. — *Posidonia*. Blüten zwitterig und eingeschlechtig, perianthlos, in zusammengesetzten Ähren. Staub-

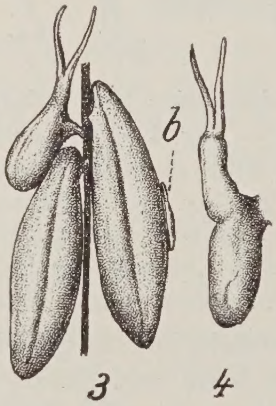


Abb. 603. *Potamogetonaceae.* — *Zostera marina.* — Fig. 1. Infloreszenz im Scheidenteil eines Laubbl. eingeschlossen. — Fig. 2. Infloreszenz nach Entfernung des vorderen Teiles der Blattscheide; *f* Fruchtkn., *a* u. *a'* die beiden Antherenhälften eines Staubgef. — Fig. 3. Blüte, *b* Perianthblatt. — Fig. 4. Fruchtkn. — Fig. 1 u. 2 etw., 3 u. 4 stärker vergr. — Original.

— Ascherson P. u. Graebner P., *Potamogetonaceae* in Engler, Pflanzenreich, IV. 13, 1907. — Graebner P. u. Flahault M. in Kirchner O., Loew E. u. Schröter C., Lebensgesch. d. Blütenpfl. Mitteleur., I., 1906. — Fischer G., Die bayer. Potam. u. Zannich. Ber. bayer. bot. Ges., XI., 1907. — Chrysler M. A., The struct. and relationsh. of the Potam. Bot. Gaz., 44., 1907. — Ostenfeld C. H., On the ecolog. and distrib. of *Zostera mar.* Rep. of the Danish. biol. stat. to the Board of Agric., XVI., 1908; Bemaerk. i anledn. af nogle forsög med spireconen hos frö etc., Sv. bot. Tidskr., Bd. II, 1908. — Cook M. T., The deve-

gefäße 3, Fruchtknotenblatt 1. Untergetauchte Meerespflanze. *P. oceanica* (Mittelmeer, Atlantischer Ozean). Die an den Mittelmeerküsten oft in großen Mengen zu findenden kugeligen Ballen bestehen in der Hauptmenge aus den mazerierten Blattresten d. *P. o.* — *Zostera*, Seegras. Blüten zwitterig, in einfachen, flachgedrückten, in den Scheiden der Laubblätter eingeschlossenen Ähren (Abb. 603). Perianth 0 oder 1blättrig, Staubgefäß 1, mit getrennten Antherenhälften, Fruchtknotenblatt 1, mit 2 fadenförmigen Narben. Mehrere Arten an den Küsten der extratropischen Meere; untergetaucht; in Europa *Z. marina* und *Z. nana.* Die getrocknete Pflanze wird als Stopf- und Packmaterial verwendet. Ähnlich *Phyllospadix* (Westküste Nordamerikas). — *Zannichellia.* (Abb. 602, Fig. 4—6.) Einhäusig. Blüten einzeln stehend. ♂ Blüte ohne Perianth mit 1—2 Staubgefäßen, ♀ Blüten mit becherförmigem Perianth und 4 Fruchtknotenblättern. Griffel mit großer, trichterförmiger Narbe. *Z. palustris*, Süß- und Brackwasser, über den größten Teil der Erde verbreitet. — *Cymodocea.* Zweihäusig. Vorwiegend in tropischen Meeren; in Europa *C. nodosa.*

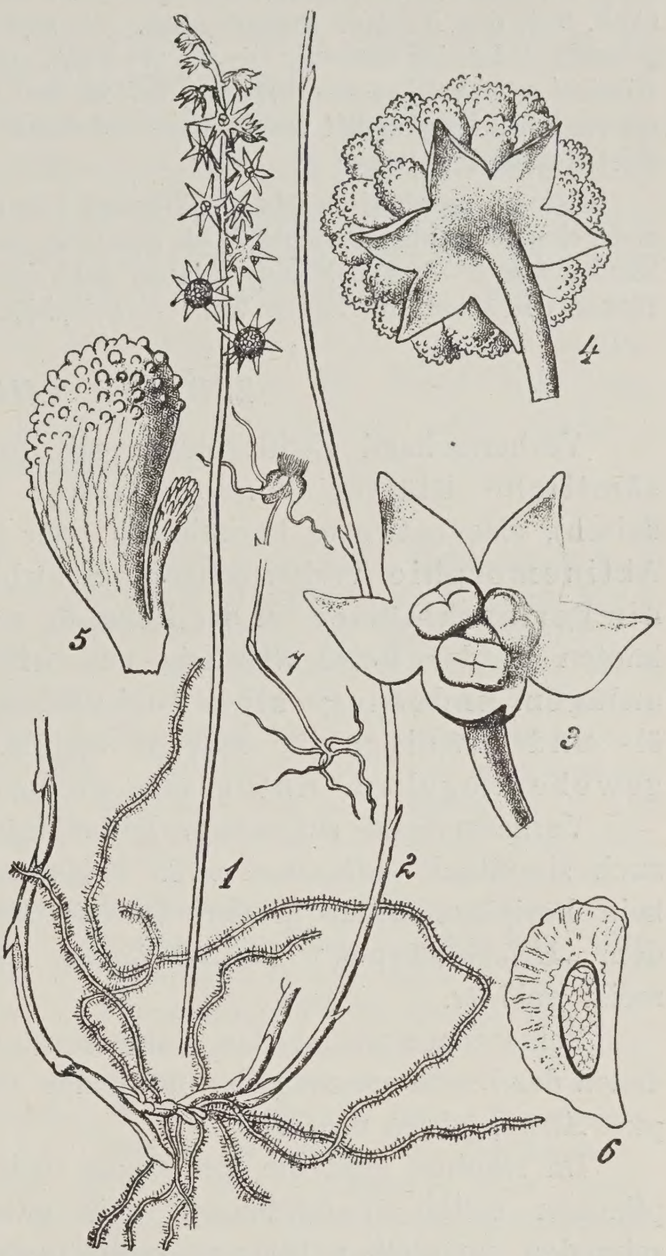


Abb. 604. *Triuridaceae.* — Fig. 1 u. 2. *Sciaphila maior.* — Fig. 3—6. *Sc. sumatrana*; Fig. 3 ♂ Blüte; Fig. 4 ♀ Blüte; Fig. 5 Fruchtkn.; Fig. 6 Samen. — Fig. 7. *Triuris hyalina*, ♀ Pfl. — Fig. 1 u. 2 etw., 3—6 stärker vergr., 7 nat. Gr. — Fig. 1—6 nach Beccari, 7 nach Miers.

7. Familie: ***Najadaceae***[22]). Untergetauchte einjährige Wasserpflanzen. Von der vorigen Familie, insbesondere den Formen derselben mit einzelstehenden Blüten, verschieden durch die ♂ Blüten mit 1 Staubgefäß und 2 becherförmigen Hüllen, durch die ♀ Blüten mit 1 Fruchtknoten und 1 becherförmigen Hülle.

Najas. Süßwasserbewohnend. *N. marina*, mit zahlreichen Formen über einen großen Teil der Erde verbreitet,

---

lopm. of the embryosac and embr. of *Potamog. luc.* Bull. Torr. bot. Cl., XXXV., 1908. — Graves A. H., The morph. of *Ruppia mar.* Transact. Connect. Ac. New Haven, XIV., 1908. — Fontell C. W., Beitr. z. Kenntn. d. anat. Baues d. *Potamog.*-Art. Oefvers. finska Vet. Soc. Förh., LI., 1910. — Uspensky E. E., Zur Phylog. u. Ökol. d. Gttg. *Potamog.* Bull. Soc. imp. Nat. Moskau, 1914. — Clavand A., Sur le vérit. mode de fecond. d. *Zostera.* Act. Soc. Linn. d. Bord., t. XXXI.

[22]) Magnus P. in E. P., II. 1, S. 214, 1889; Nachtr. III, S. 8; Nachtr. IV, S. 7. — Rendle A. B., *Najadaceae* in Engler A., Pflanzenreich, Heft 7, 1901. — Guignard L.,

diözisch; *N. minor* (Europa, Asien, Afrika), *N. graminea* (Europa, Asien, Afrika) u. a. monözisch.

Mit Rücksicht auf die freien Karpelle wird häufig die kleine Familie der *Triuridaceae*[23]) (Abb. 604) den *Helobiae* angeschlossen. Die saprophytische Lebensweise hat eine so weitgehende Reduktion einzelner Organe zur Folge gehabt, zudem ist die Familie in mehrfacher Hinsicht so unvollkommen bekannt, daß für den Augenblick eine systematische Einreihung schwer fällt. Engler hat diesem Umstand durch Aufstellung der kleinen Reihe der *Triuridales* Rechnung getragen.

Kleine saprophytisch lebende Pflanzen von gelblicher oder rötlicher Färbung. Blüten meist eingeschlechtig. Perianth 3- bis 9blättrig, korollinisch, am Grunde verwachsenblättrig. Staubgefäße 3—6. Fruchtknotenblätter zahlreich mit je 1 Samenanlage; 1 Integument. Tropen der Alten und Neuen Welt. — *Sciaphila*, *Triuris*.

2. Reihe. *Liliiflorae.*

Vorherrschend Zwitterblüten mit doppeltem Perianthium, dessen sämtliche Blätter von ähnlicher Beschaffenheit (homoiochlamydeisch), also entweder korollinisch oder kelchartig sind (ersteres häufiger). Aktinomorphie vorherrschend. Staubgefäße in gleicher Zahl wie die Perianthblätter (in der Regel 6), seltener weniger oder mehr. Fruchtknoten in der Regel 3blättrig und 3fächerig, mit anatropen Samenanlagen. Endosperm stets vorhanden, meist fleischig oder knorpelig, öl- und eiweißreich, seltener mehlig. Embryo zumeist vom Nährgewebe umgeben. Entogamie vorherrschend.

Vorherrschend sukzedane Pollenbildung, wie bei den *Helobiae*, doch auch simultane (*Liliaceae* z. T., *Iridaceae, Dioscoreaceae, Taccaceae* usw.); kein Periplasmodium in den Pollensäcken; Endospermbildung z. T. nach dem „*Helobiae*-Typus“ (*Pontederiaceae, Bromeliaceae, Burmanniaceae* usw.), meist nukleär.

Bemerkenswert ist das Vorkommen von Kotyledonen, die sich stark denen der Pseudomonocotylen unter den *Polycarpicae* nähern (*Paris, Streptopus, Anemarrhena* u. a.).

Im Habitus sind die *Liliiflorae* recht mannigfaltig, doch sind Wasserpflanzen selten, Landpflanzen mit unterirdischen Stammbildungen und schmalen, ungeteilten Blättern vorherrschend.

Eine im allgemeinen recht einheitliche Reihe mit mehreren Entwicklungsrichtungen: Auf Familien mit oberständigem Fruchtknoten und aktinomorphen Blüten *(Liliaceae — Cyanastraceae)* folgen Familien mit gleichem Fruchtknoten und zygomorphen Blüten *(Pontederiaceae — Haemodoraceae)*, dann Familien mit unterständigem Fruchtknoten, mit aktinomorphen *(Ama-*

La double fécond. dans le *N. minor*. Journ. de Bot., 15., 1901. — Graebner P. in Kirchner O., Loew E. u. Schröter C., Lebensgesch. d. Blütenpfl. Mitteleur., I., 1906.

[23]) Engler A. in E. P., II. 1, S. 235, 1889; in Nachtr., S. 38 u. 342, 1897; Nachtr. IV, S. 7 u. in Syllabus, 4. Aufl., S. 81, 1904. — Malme G. O. A., Über *Triuris lutea*. Bih. till. k. sv. Vetensk. Ak. Handl., XXI., 1897. — Poulsen V. A., *Sciaphila nana*, Bidrag till Udvikl. h. *T.* Vidensk. Medd. Naturh. forening Kjöbenh., 1906. — Hemsley W. B., Two new *Tr.*, with remarks on the gen. *Sciaphila*. Ann. of Bot., XXI., 1907. — Wirz H., Beitr. z. Entwicklungsgesch. von *Sciaphila* spec. etc. Flora, N. F., 1. Bd., 1910.

ryllidaceae, Velloziaceae) und zygomorphen Blüten *(Iridaceae)*. Diesen schließen sich Familien an, die z. T. zu den *Cyperales (Juncaceae, Flagellariaceae)*, z. T. zu den *Enantioblastae (Bromeliaceae)* und durch diese zu den *Glumiflorae* hinüberleiten. Den Schluß bilden einige Familien unsicheren Anschlusses *(Taccaceae — Burmanniaceae)*.

1. Familie: ***Liliaceae***[24]). (Abb. 605 bis 611.) Mehrjährige krautige Pflanzen mit unterirdischen Stammbildungen, seltener strauch- oder baumförmig. Blüten meist zwitterig und aktinomorph, 3-, seltener 2-, 4- oder 5zählig. Beide Wirtel des Perianthiums in der Regel von gleicher Beschaffenheit, und zwar zumeist korollinisch, dabei frei oder ± miteinander „verwachsen". Staubgefäße fast stets so viele als Perianthblätter. Fruchtknoten meist oberständig, in der Regel 3blättrig, selten dabei 1fächerig, zumeist 3fächerig mit marginalen Samenanlagen. Früchte kapsel- oder beerenartig.

---

[24]) Engler A. in E. P., II. 5, S. 10, 1888; Nachtr., S. 71, 1897; Ergänzhft. I, S. 10 u. II, S. 43, 1900 u. 1906 und die dort zitierte Literatur; Nachtr. IV, S. 34, ferner: Blodgett F. H., Veget. reprod. and multiplic. in *Erythronium*. Bull. Torr. Bot. Cl., 27., 1900. — Ernst A., Beitr. z. Kenntn. d. Entw. d. Embryosackes u. des Embryo v. *Tulipa G.* Flora, 88., 1901; Chromosomenred., Entw. d. Embryosackes u. Befr. bei *Paris qu.* u. *Trillium grandifl.* Flora, 91., 1902. — Ikeda T., Stud. in the physiol. funct. of Antip. usw. in *Liliaceae*. Bull. Coll. agr. Tokyo imp. Univ., V., 1902. — Rimbach A., Physiol. observ. on the subterr. org. of some Calif. *Liliac.* Bot. Gaz., XXXIII., 1902. — Velenovský J., Die Verzweigungsart d. Gttg. *Dracaena*. Sitzungsber. d. k. böhm. Ges. d. Wissensch. Prag, 1903. — Reed H. S., The devel. of the macrosporang. of *Yucca fil.* Bot. Gaz., XXXV., 1903. — Robertson A., The „Droppers" of *Tulipa* and *Erythronium*. Ann. of Bot., XX., 1906. — Bernátsky J., Üb. d. sek. Geschlechtsdiff. b. *Asparag.*, Növ. Közl., V., 1906; Syst. Anat. d. Polygonat., l. c., V., 1906; Üb. d. Convall. u. Ophiopog., l. c., VII., 1908. — Berger A., *Liliaceae-Asphodeloideae-Aloineae* in Engler A., Pflanzenreich, IV. 38, 1908. — Loew E., Der Sproßaufbau u. d. dam. zus. Lebenseinr. d. mitteleur. *Allium*-Arten. I. u. II. Verh. d. bot. Ver. d. Prov. Brandenb., L., 1908. — Lindinger L., Die Strukt. v. *Aloë dichot.* mit anschl. allg. Bem., Beih. bot. Zentralbl., XXIV., 1908; Die sek. Adventivwurz. v. *Dracaena*, Jahrb. Hamb. wiss. Anst., XXVI., 1908. — Mc. Allister F., The developm. of the embryosac of *Smilacina stell.* Bot. Gaz., XLVIII., 1909. — Lange F., Anat. Unters. z. Syst. d. Aloin. Botan. Zeitg., 69., 1910. — Döring E., Das Leben d. Tulpe. Sondershausen 1910. — Nawaschin S., Näh. üb. d. Bild. d. Spermakerne bei Lil. *Mart.* Ann. jard. bot. Buitenz., 3. Suppl., 1910. — Menz J., Beitr. z. vergl. Anat. d. Gttg. *Allium*. Sitzb. d. Wiener Akad., 1910. — Fuchsig H., Vergl. Anat. d. *Lilioid.* Sitzb. Akad. Wiss. Wien, CXX., 1911. — Zweigelt F., Vergl. Anat. d. *Asparag.*, *Ophiopog.* usw. Denkschr. Ak. Wiss. Wien, LXXXVIII., 1912. — Blackman V. H. and Welsford E. J., Fertil. in *Lilium*, Ann. of Bot., XXVII., 1912. — Němec B., Üb. Befr. b. *Gagea*. Bull. intern. Ac. Sc. d. Boh., 1912. — Smith K. W., The tetranucl. Embryos. of *Clintonia*. Bot. Gaz., 52., 1912. — Allister Mc., The developm. of embryos. in the *Convallariae*. Bot. Gaz., LVIII., 1914. — Falsam, Stud. in the morph. of *Yucca gl.* Minnesota Bot. Stud., IV., 1916. — Heatly M., A study of life hist. of *Trillium cern.* Bot. Gaz., LXI., 1916. — Nothnagel M., Fecund. and form. of endosp. nucl. in Lil. Bot. Gaz., LXVI., 1918. — Schoute J. C., Üb. d. Verästel. monoc. Bäume. Rec. trav. bot. néerl., XV., 1918. — Afzelius K., Z. Entwicklg. d. Gttg. *Gloriosa*. Acta hort. Berg., VI., 1918. — Weniger W., Fertil. in *Lil.* Bot. Gaz. LXVI., 1918. — Heimann-Winowar P., Beitr. z. Embryolog. v. *Colch.* Diss. Zürich, 1919. — Mol W. E. de, De l'exist. d. var. heteroploides d. *Hyac. orient.* usw. Arch. Néerl. sc. ex. nat., Ser. III b, IV., 1921. — Schürhoff P. N., Z. Embryolog. v. *All. odorum*. Ber. d. d. bot. Ges., XL., 1922.

Abb. 605. *Liliaceae.* — Fig. 1—3, 5—11. Blütenformen, u. zw.: Fig. 1 *Fritillaria ophioglossifolia*; Fig. 2 *Dracaena Cinnabari*; Fig. 3 *Dasypogon bromeliifolius*, äußere Perianthblätter abgehoben; Fig. 5 *Yucca gloriosa*; Fig. 6 dieselbe längs durchschn.; Fig. 7 *Muscari racemosum*; Fig. 8 *Veratrum nigrum*; Fig. 9 *Polygonatum multiflorum*; Fig. 10 *Paris quadrifolia*, längs durchschn.; Fig. 11 ♂ Blüte v. *Dasylirion acrotrichum.* — Fig. 4. Stück eines blühenden Sprosses von *Smilax Sarsaparilla.* — Fig. 12. Halbreife Fr. v. *Nolina longifolia.* — Fig. 13. Fruchtknotenquerschn. v. *Hyacinthus orientalis.* — Fig. 14. Fr. v. *Convallaria majalis.* — Fig. 15. Fr. v. *Muscari racemosum.* — Fig. 16. Fr. v. *Lilium Martagon.* — Fig. 4, 5, 6 nat. Gr., alle anderen vergr. — Fig. 3 nach R. Brown, sonst Original.

Zwiebel-, Knollen- und Rhizombildung häufig und von großer Mannigfaltigkeit. Sympodialer Aufbau dieser Zwiebeln und Rhizome vorherrschend. Oberirdische aus-

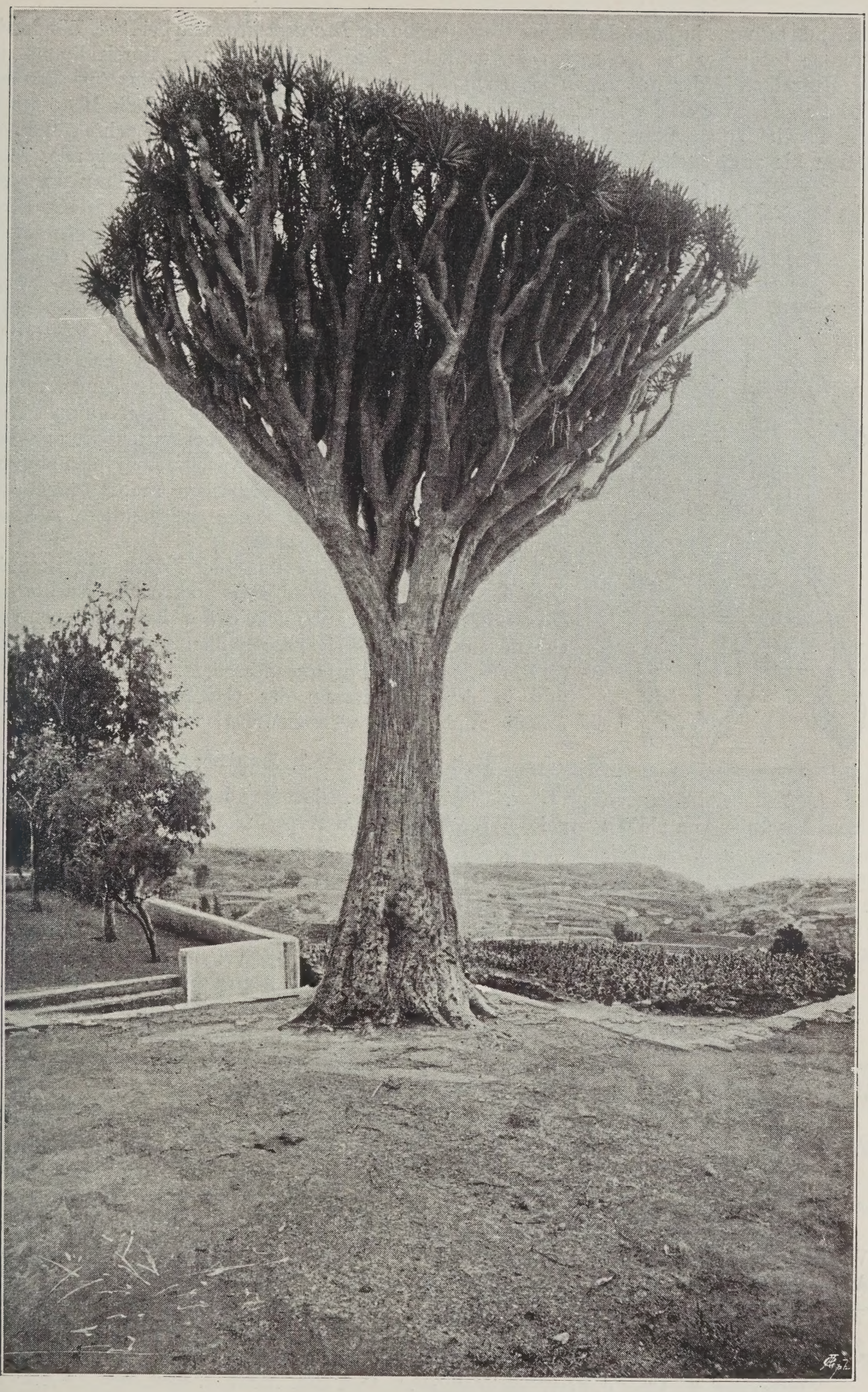


Abb. 606. *Liliaceae.* — *Dracaena Draco* an der Friedhofsmauer von Realejo de abajo, Teneriffa. — Nach einer Photographie von O. Simony.

dauernde Stämme insbesondere in der Unterfamilie der *Dracaenoideae* und bei *Aloë*. Windende Stämme besonders bei *Asparagoideae*, dann bei *Bowiea*, *Herreria* u. a., Spreizklimmer in der Unterfamilie der *Asparagoideae*, Rankenklimmer in der Gattung *Smilax* (die Ranken sind Ausgliederungen der Blattscheide), *Gloriosa*, *Littonia* (die Ranken sind die Blattenden) u. a. Phyllokladienbildung besonders bei *Asparagoideae*. Emporheben der achselständigen Blüten bis zum nächsthöheren Blatte bei *Streptopus*. Vorherrschend Entomogamie. Ausscheidung des Nektars zumeist durch Drüsen an den Scheidewänden des Fruchtknotens (Septalnektarien), doch auch an den Perianthblättern (z. B. *Fritillaria*, *Veratrum* und andere), an den Staubgefäßen (*Colchicum*) usw. Ornithogamie bei *Aloë*-Arten, bei *Lapageria*, *Kniphofia*, *Phormium* u. a. Bestäubung bei *Yucca* durch Motten (*Pronuba*), welche ihre Eier in den Fruchtknoten legen[25]). Vegetative Vermehrung häufig, durch Brutzwiebeln bei *Lilium*-, *Allium*-, *Gagea*-Arten u. a., durch zwiebeltragende, unterirdische Ausläufer bei *Tulipa*- und *Erythronium*-Arten (Abb. 607); blattbürtige Sprosse bei vielen Xerophyten leicht zu erzielen (*Aloë* u. a.). Nuzellarembryonenbildung bei *Hosta*, *Colchicum* u. a.; vielzellige Embryoträger bei *Tulipa*, *Erythronium*, aus denen gelegentlich mehrere Embryonen hervorgehen können.

Abb. 607. *Liliaceae*. — Fig. 1. Zwiebelbildung an einem Ausläufer von *Tulipa silvestris*. — Fig. 2. Zwiebelanlage am Ende des Ausläufers, längs durchschn. — Fig. 3. Basaler Teil des Ausläufers. — Fig. 1 nat. Gr., 2 u. 3 etw. vergr. — Nach Raunkiaer.

Umgrenzung und Einteilung der Familie provisorisch. Speziell aus den vergleichendanatomischen Untersuchungen (Zweigelt, a. a. O.) ergibt sich, daß mehrere Gruppen von Gattungen besser als eigene Familien abzutrennen wären (z. B. *Smilacoideae*, *Parideae* unter den *Asphodeloideae* u. a.) und in der Gruppierung der Gattungen innerhalb der Familie Änderungen wünschenswert wären.

Unterfamilien nach A. Engler:

A. **Melanthoideae.** Rhizome oder Zwiebelknollen. Septizide, seltener lokulizide Kapseln.

Größere Gattungen: *Colchicum* (Europa, Asien, Nordafrika), *Merendera* (Mittelmeergebiet), *Veratrum* (Europa, Asien, Nordamerika). — Medizinisch verwendet: *Veratrum album*, Germer (Europa, Nordasien), liefert „Rhizoma Veratri", ebenso in Nordamerika *V. viride*; *Sabadilla officinalis* (Zentralamerika) das „Semen Sabadillae"; *Colchicum autumnale*, die Herbstzeitlose (Europa, Nordafrika), das „Semen Colchici". — Verbreitete Zierpflanzen: *Uvularia grandiflora* (Nordamerika), *Tricyrtis hirta* (Ostasien), *Littonia* (Südafrika), *Gloriosa* (trop. Afrika und Asien).

B. **Herrerioideae.** Knolle, einen windenden Stamm treibend. Septizide Kapseln. *Herreria* (Brasilien).

C. **Asphodeloideae.** Rhizom oder oberirdischer Stamm mit Blattschopf (nur selten anders). Zumeist lokulizide Kapseln.

Größte Gattungen: *Asphodelus* (mediterran), *Asphodeline* (mediterran), *Eremurus* (Vorder- und Zentralasien), *Anthericum* (Afrika, Europa), *Chlorophytum* (tropisch), *Aloë*[26]) (Afrika), *Kniphofia* (Afrika) u. a. — Mehrere *Aloë*-Arten, so namentlich *A. Perryi* (Sokotra).

---

[25]) Die Literatur über diesen bemerkenswerten Bestäubungsvorgang findet sich bei Knuth P., Handb. d. Blütenbiol., III., S. 130 zusammengestellt.

[26]) Berger A., Über d. syst. Glied. d. Gttg. *Aloë*. Bot. Jahrb. f. Syst. usw., XXXVI., 1905, und in Engler A., Pflanzenreich, a. a. O.

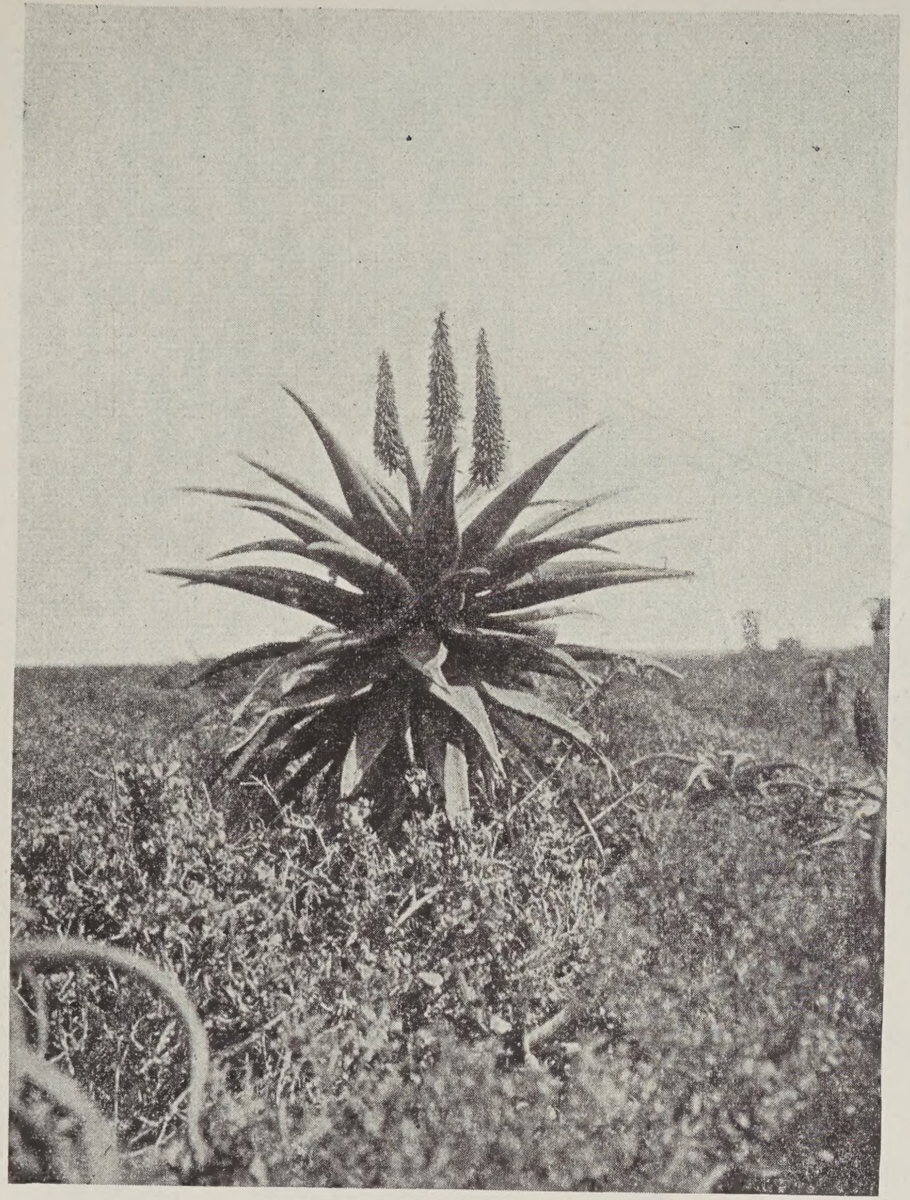


Abb. 608. *Liliaceae.* — *Aloë africana* bei Port Elisabeth (Kapkolonie). — Nach einer Photographie von J. Brunnthaler.

Abb. 609. *Liliaceae.* — *Yucca radiosa* in Neu-Mexiko. — Nach Mac Dougal.

A. africana (Abb. 608), *A. succotrina*, *A. ferox* (Südafrika), *A. vera* (mediterran), liefern das medizinisch verwendete Aloë-Harz. — Technische Verwendung findet das Harz von *Xanthorrhoea*-Arten (Australien), besonders das von *X. hastilis* als „Botany-bay Gummi" oder „gelbes Akaroidharz", das von *X. australis* als „rotes Akaroidharz" oder „Erdschellack". — Textilfasern, „neuseeländischer Flachs" von *Phormium tenax* (Neuseeland); einzelne *Aloë*-Arten, wie *A. perfoliata*, liefern gleichfalls Fasern, doch stammen die meisten „Aloëfasern" von *Agave*. — Verbreitete Zierpflanzen: *Eremurus*-Arten[27]), *Chlorophytum comosum* (Südafrika — beliebte, unter dem Namen *Hartwegia comosa* bekannte Ampelpflanze), *Bowiea volubilis* (Kap — Zwiebel assimilierend; besonders in Gewächshäusern kultiviert),

Abb. 610. *Liliaceae*. Blühende Sprosse von *Ruscus Hypoglossum* (1) und *Myrsiphyllum asparagoides* (2). — Nat. Gr. — Original.

Hosta-Arten (Ostasien — unter dem Namen *Funckia* bekannt), *Hemerocallis fulva* (Südeuropa bis Japan) und *H. flava* (Südeuropa), *Haworthia*- (Afrika), *Kniphofia*-, *Aloë*-Arten.

D. **Allioideae.** Zwiebeln, seltener Rhizome. Infloreszenz doldenähnlich mit 2 Hüllblättern.

Allium, Lauch, artenreiche Gattung mit weiter Verbreitung im nördl. extratrop. Gebiete. Küchenpflanzen: *A. sativum*, Knoblauch (Zentralasien), *A. Porrum*, Porre (vermutlich Kulturform von *A. Ampeloprasum*, Mediterrangebiet), *A. Schoenoprasum*, Schnittlauch (nördl. extratrop.), *A. ascalonicum*, Schalotte (Vorderasien?; in der Kultur

---

[27]) Mottet S., Monogr. bot.-hortic. d. g. *Eremurus*. Journ. Soc. nat. d'Hort. France, 1901. — Fedtschenko O., *Eremurus*. Krit. Übers. der Gttg. St.-Petersb. 1909.

selten blühend), *A. Cepa*, Sommerzwiebel (Zentralasien), *A. fistulosum*, Winterzwiebel (Sibirien); besonders die beiden letzterwähnten mit zahlreichen Kulturrassen. Zierpflanzen: *A. neapolitanum* (mediterran), *A. coeruleum* (Sibirien). — *Gagea*[28]) (Europa, Asien).

E. ***Lilioideae.*** Zwiebeln. Infloreszenzen traubenförmig. Lokulizide Kapseln.

Größte Gattungen: *Lilium*, *Fritillaria* (beide nördl. extratrop.), *Tulipa* (Europa, Asien), *Albuca* (Afrika), *Scilla* (Europa, Asien, Afrika), *Ornithogalum* (Europa, Asien, Afrika), *Muscari* (Mediterran- und angrenzendes Gebiet). — Zahlreiche Zierpflanzen, so z. B. *Lilium candidum*, die weiße Lilie (Südeuropa, Vorderasien), *L. tigrinum* (Ostasien), *L. bulbiferum* (Europa) u. a. als Feuerlilie, *L. auratum* (Ostasien), Goldbandlilie, *Fritillaria imperialis*, Kaiserkrone (Vorderasien), *Tulipa Gesneriana*[29]), *T. praecox*, *T. Oculus-solis* u. a. mit zahlreichen Kulturrassen, Gartentulpen, *Scilla sibirica*, *Hyacinthus orientalis*, die Hyazinthe (Südosteuropa, Kleinasien), *Eucomis undulata* (Südafrika), *Galtonia candicans* (Südafrika). — *Urginea maritima* (Mittelmeergebiet) liefert den medizinisch verwendeten „Bulbus Scillae".

F. ***Dracaenoideae.*** Meist aufrechte Stämme mit Blattschöpfen, seltener Rhizome. Beeren oder Kapseln.

Yucca (Nord- und Zentralamerika), bisweilen baumförmig (Abb. 609). Als Zierpflanzen werden häufig, besonders in wärmeren Gebieten, kultiviert *Y. filamentosa*, *Y. gloriosa* u. a.[30]) — *Dasylirion* (südwestl. Nordamerika, Mexiko). — *Dracaena*, Drachenblutbaum, mit mehreren baumförmigen Arten von mächtigen Dimensionen und hohem (aber vielfach überschätztem) Alter[31]), so *D. Draco* auf den Kanaren (Abb. 606), *D. Cinnabari* auf Sokotra u. a. Beide Arten, besonders letztere, liefern Gummiharz („Drachenblut"). — *Cordyline* (tropisch, subtropisch). — *Sanseviera* (Afrika, Ostindien). Mehrere Arten liefern Textilfasern, so *S. cylindrica*, *S. Roxburghiana*, *S. zeylanica* u. a.

G. ***Asparagoideae.*** Rhizome. Beeren.

Mehrere Gattungen sind durch reduzierte Laubblätter und in deren Achseln auftretende Phyllokladien ausgezeichnet, so *Asparagus*, Spargel, mit nadelförmigen oder schmal lanzettlichen Phyllokladien, *Myrsiphyllum asparagoides* (Abb. 610, Fig. 2) und *Danaë* (Orient) mit flachen, laubblattähnlichen, keine Blüten tragenden Phyllokladien. Viel umstritten ist die morphologische Deutung der Phyllokladien von *Ruscus* (Mittelmeerländer, Mitteleuropa) (Abb. 610, Fig. 1 und Abb. 611), welche auf ihren Flächen die Blüten tragen, und von *Semele*

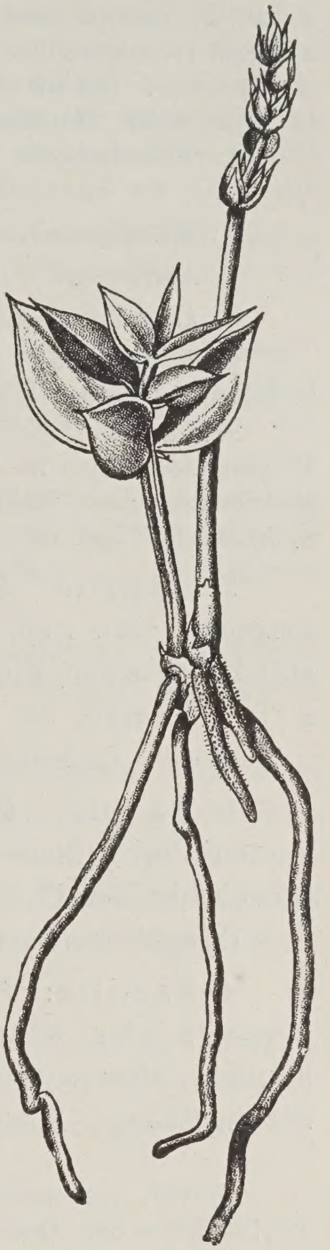


Abb. 611. *Liliaceae.* — Junge Pflänze von *Ruscus aculeatus*, an dem Sprosse rechts die Anlage der Phyllokladien in den Achseln der Primärblätter zeigend. — Natürl. Gr. — Original.

[28]) Pascher A., Übers. üb. d. Art. d. Gttg. *Gagea*, Lotos 1904; Conspectus Gagearum Asiae, Bull. Soc. imp. Mosc., 1905. — Terraciano A., *Gagearum* spec. flor. or. Bull. herb. Boiss., 2. Ser., V., 1905, VI., 1906; Revis. monogr. d. *G.* della fl. span., Bull. Soc. bot. de France, LII., 1905.

[29]) Vgl. Solms-Laubach H. Grf., Weizen u. Tulpen u. d. Gesch. 1899.

[30]) Vgl. Trelease W., The *Yucceae.* Rep. Miss. bot. Gard., 1902.

[31]) Vgl. Schenck H., Beitr. z. Kenntn. d. kan. Ins. Wissensch. Ergeb. d. Valdivia-Exped., II. 1., 1907.

(Kanar. Inseln), welche die Blüten an den Rändern tragen[32]). — Gattungen mit laubigen Blättern: *Smilacina* (Asien, Amerika), *Majanthemum* (nördl. extra-trop.), *Streptopus* (nördl. extratrop.), *Polygonatum* (nördl. extratrop.), *Convallaria* (Europa, Asien, Nordamerika), *Paris* (in Europa und Nordasien weit verbreitet die giftige *P. quadrifolia*, Einbeere), *Trillium* (Nordamerika, Ostasien). — Verbreitete Zierpflanzen: *Asparagus plumosus* und *A. Sprengeri* (Südafrika), *Myrsiphyllum asparagoides* (Südafrika), *Convallaria majalis* (Europa, Asien, Nordamerika), die Maiblume oder das Maiglöckchen, *Aspidistra elatior* (Japan, dauerhafteste Zimmerpflanze), *Trillium*-Arten. — Gemüsepflanze: *Asparagus officinalis*, der Spargel (Europa, Asien).

H. **Ophiopogonoideae.** — *Ophiopogon* (Ostasien). *O. japonicus* häufige Zierpflanze.

I. **Aletroideae.** — *Aletris* (Ostasien, Nordamerika).

K. **Luzuriagoideae.** — *Lapageria rosea* (Chile). Zierpflanze.

L. **Smilacoideae.** — Sträucher oder Halbsträucher mit netzförmigem Verlaufe der Gefäßbündel in den Blättern. Beeren.

Smilax. Blattscheidenranken. Manchmal mehr als 6 Staubblätter. Artenreich in den Tropen, doch auch in extratropische Gebiete vordringend, so *S. aspera* im europäischen Mediterrangebiete. Mehrere *Smilax*-Arten liefern die offizinelle „Radix Sarsaparillae", so *S. ornata* (Mexiko). Die „Tubera Chinae" werden von *S. China* (Ostasien) gewonnen.

2. Familie: **Stemonaceae**[33]) (= *Roxburghiaceae* 1832). Den Liliaceen, besonders den Asparagoideen sehr nahestehend, verschieden durch die vollständig dimere Blüte, die 2klappige Kapsel und die behaarten Funikularstränge, an welchen die Samen hängen.

Stemona (Indien bis Australien).

3. Familie: **Cyanastraceae**[34]). Den Liliaceen sehr nahestehend. Fruchtknoten der Blütenachse eingesenkt. Samen mit mächtigem, stärkereichem Gewebe in der Chalazaregion.

Cyanastrum (trop. Africa).

4. Familie: **Pontederiaceae**[35]). Wasserpflanzen, flutend oder im Grunde befestigt oder schwimmende Rosetten bildend. Blüte jener der Liliaceen ähnlich, aber zygomorph mit häufiger Reduktion im Andröceum (6—1 Staubgefäße). Fruchtknoten 3fächerig oder (durch Rückbildung von

---

[32]) Vgl. von neuerer Literatur über die Frage: Velenovský J., Zur Deutung der Phyllokladien der *Asparageae*, Beih. bot. Zentralbl., XV., 1903; Morphologie, II. Bd., 1907, S. 636. — Bernátsky J., Zur Kenntn. d. Veg.-Org. d. Gttg. *Ruscus*, Ann. hist. nat. Mus. nat. Hung., I., 1903; Das *Ruscus*-Phyllocladium, Bot. Jahrb., 34., 1904. — Szafer W., Zur Kenntn. d. Assim.-Org. v. *Danae rac.* Öst. bot. Zeitschr., LX., 1910. — Zweigelt F., Was sind d. Phyllokl. d. Asparag. Öst. bot. Zeitschr. LXIII., 1913. — Daněk G., Morph. und anat. Stud. üb. *Rusc.*- usw. Phyllokl. Beih. bot. Zentralbl., 1., XXIX., 1913; in Věstnik, V., 1915. — Buscalioni L., Ancora sui cosi de cladodi d. Asp. Boll. Acc. Sc. nat. Catania 1914.

[33]) Engler A. in E. P., II. 5, S. 8, 1888. — Lachner-Sandoval V., Beitr. z. Kenntn. d. Gttg. *Roxb.* Bot. Zentralbl., L., 1892. — Holm Th., *Croonia paucifl.* An anatom. study. Am. J. Science, XX., 1905.

[34]) Engler A. in Bot. Jahrb., XXVIII., 1900. — Pilger R. in E. P., Nachtr. III, S. 42. — Fries Th. C. E., Der Samenbau bei *C.* Sv. bot. Tidskr., Bd. 13, 1919.

[35]) Schönland S. in E. P., II. 4, S. 70, 1888. — Baillon H., Hist. d. pl., XII. — Coker W. C., The developm. of the seed in the *Ponted.* Bot. Gaz., 44., 1907. — Smith R. W., Endosperm of *Pont.* Bot. Gaz., XLV., 1908. — Schürhoff P. N., Die Teilg. d. veg. Pollenk. b. *Eichh. crass.* Ber. d. d. bot. Ges., XL., 1922.

2 Fächern) 1fächerig. Kapseln oder einsamige Schließfrüchte. Nährgewebe mehlig.

Sympodialer Sproßaufbau; damit hängt der Wechsel von Laubblättern mit scheidenförmigen Niederblättern am Sproß zusammen. Blattdimorphismus (untergetauchte und schwimmende Blätter) bei *Heteranthera* u. a., blasig aufgetriebene Blattstiele (Schwimmorgane) bei *Eichhornia crassipes.* Bei *Pontederia* und *Reussia* bildet der basale Teil des Perianths eine Hülle der Früchte. Kleistogame Blüten bei *Heteranthera.* Heterostylie bei *Pontederia.*

Vorherrschend in den Tropen und Subtropen, oft Massenvegetation in den Flüssen bildend und lästig werdend. *Eichhornia azurea* und *E. crassipes*, ferner *Pontederia cordata* in Süd- und Nordamerika, *Heteranthera* in Amerika und Afrika.

Hier sei der kleinen Familie der (5.) ***Haemodoraceae***[36]) und der (6.) ***Philydraceae***[37]) gedacht, welche sich den vorhergehenden Familien der Liliifloren durch den oberständigen Fruchtknoten und die korollinische Ausbildung des Perianths anschließen. Die beiden Familien haben sonst keine Beziehungen zueinander.

Die *Haemodoraceae* lassen sich leicht auf den Liliaceentypus zurückführen, unterscheiden sich von ihm hauptsächlich durch die Reduktion im Andröceum, so daß nur 3 Staubgefäße vorhanden sind, welche über den inneren Perianthblättern stehen. — *Haemodorum* (Australien).

Die *Philydraceae* mit extrem zygomorphen Blüten, mit 1 Staubgefäß, Ausfall eines inneren und Vereinigung zweier äußerer Perianthblätter stellen einen stark abgeleiteten Liliiflorentypus dar. — *Philydrum* (Südostasien, Australien).

Während die bisher besprochenen Familien der Liliifloren durchwegs oberständige Fruchtknoten und korollinische Perianthien besitzen, folgen zunächst Familien mit $\pm$ unterständigem Gynöceum und korollinischen Perianthien, die den vorhergehenden sehr nahestehen. Halbunterständige Fruchtknoten finden sich schon bei einzelnen Liliaceen *(Ophiopogonoideae, Aletroideae)* und bei den *Cyanastraceae.*

7. Familie: ***Amaryllidaceae***[38]) (= *Leucoiaceae* 1786). (Abb. 612 u. 613.) Den Liliaceen im Baue der vegetativen und reproduktiven Organe sehr nahestehend und hauptsächlich nur durch den unterständigen Fruchtknoten von ihnen verschieden.

---

[36]) Pax F. in E. P., II. 5, S. 93, 1888.

[37]) Engler A. in E. P., II. 4, S. 75, 1888.

[38]) Pax F. in E. P., II. 5, S. 97, 1888; Ergänzungsheft I, S. 11; Nachtr. III, S. 48; Nachtr. IV, S. 37. — Wilson J. H., Observ. of the germin. of the seeds of *Crinum Macow.* Transact. and proc. bot. soc. Edinb., XXI., 1900. — Rendle A. B., The bulbiform seeds of certain Amaryllid. J. of Bot., 39., 1901; Germinat. seeds of *Crinum longif.*, Proc. Linn. Soc., CXIV., 1902. — Wagner A., Über einen Fall bes. Lebensenerg. bei *Fourcroya gig.* Ber. naturw.-med. Ver. Innsbr., XXVIII., 1903. — Wildemann E. de, Les esp. d. genre *Haemanthus.* Ann. Soc. sc. Brux., XXVII., 1903. — Carano E., Alcune Osserv. sulla morfol. delle „*Hypoxidaceae*". Annali di Bot., II., 1905. — Drummond J. R., The lit. of *Furcraea* with a synops. of the known spec. Rep. of Missouri Bot. Gard., 1907. — Müller C., Beitr. z. vergl. Anat. d. Bl. d. Gttg. *Agave* usw. Bot. Zeitg., LXII., 1909. — Pace L., Apogamy in Atamosco (= *Zephyranthes*). Bot. Gaz., 56., 1913. — Worsdell W. C., Morphol. of the corona of *Narcissus.* Ann. of Bot., XXVIII., 1914. — Nicolas G., Fleurs accid. cleistog. chez *Agave Silana.* Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord, VIII., 1917. — Church M. B., The developm. of embryos. str. of *Cooperia.* Bull. Torr. bot. Cl., 43., 1916.

Zwiebelbildung sehr häufig; neben sympodial aufgebauten Zwiebeln finden sich auch monopodiale. Vegetative Vermehrung durch Adventivsprosse, respektive Brutzwiebeln in den Infloreszenzen an Stelle von Blüten bei *Agave*-, *Fourcroya*-Arten u. a., durch Brut-

Abb. 612. *Amaryllidaceae.* — Fig. 1. Blüte von *Narcissus poeticus*; Fig. 2 dieselbe längs durchschn. — Fig. 3. Blüte von *Agave rigida.* — Fig. 4. Blüte von *Hymenocallis macrostephana.* — Fig. 5. Blüte von *Urceolina pendula.* — Fig. 6. Blüte von *Galanthus nivalis.* — Fig. 7. Frucht davon. — Fig. 8. Samen davon. — Fig. 9. Frucht von *Alstroemeria psittacina.* — Fig. 10. Keimling von *Crinum Commelini.* — Fig. 1, 2, 4—7, 9, 10 nat. Gr., 3, 8 etw. vergr. — Fig. 4 u. 5 nach Bot. Mag., die übrigen Original.

zwiebelbildung in den Zwiebeln allgemein. Zygomorphie der Blüte bei mehreren Gattungen. Vermehrung der Staubgefäße (bis 18) bei *Gethyllis* (Kap). „Nebenkronen"-Bildungen in den Blüten mehrerer Gattungen; bei *Hymenocallis*, *Pancratium* u. a. als eine die Basalteile der Staubgefäße verbindende korollinische Bildung erscheinend, bei anderen Gattungen, z. B.

Narcissus, unabhängiger von diesen. Entomogamie vorherrschend, auch Ornithogamie; bei *Galanthus* spielt auch Anemogamie mit. Septalnektarien allgemein (wenige Ausnahmen,

Abb. 613. *Amaryllidaceae.* — *Agave americana*, verwildert bei Monaco. — Nach einer käufl. Photographie.

z. B. *Galanthus*) vorhanden. Bei *Crinum*-Arten entstehen durch mächtiges Heranwachsen des Endosperms große, knollenförmige Samen.

A. Amaryllidoideae. Zwiebeln. Blattlose Blütenschäfte.

Große Gattungen: *Haemanthus* (Südafrika), *Zephyranthes* (trop. und subtrop. Amerika), *Crinum* (Tropen und Subtropen, vorzüglich in Küstengebieten), *Narcissus* (besonders westl. Mediterrangebiet), *Hippeastrum* (trop. u. subtrop. Amerika). — In Mitteleuropa besonders *Galanthus*[39]) *nivalis*, das Schneeglöckchen, und *Leucoium*-Arten (*L. vernum*, Frühlingsknotenblume, *L. aestivum*). — Wegen der großen, lebhaft gefärbten Blüten werden viele Arten als Zierpflanzen gezogen, so besonders: *Clivia nobilis* und *C. miniata* (Südafrika), *Amaryllis Belladonna* (Südafrika), *Sternbergia lutea* (Mediterrangeb.), *Hymenocallis*- (trop. Amerika), *Eucharis*- (trop. Amerika), *Hippeastrum*-Arten, *Narcissus poeticus*, *N. pseudo-Narcissus*, *N. bicolor*, *N. Jonquilla*, *N. Tazetta* mit vielen Kulturrassen und Hybriden. — *Brunsvigia*-Arten (Kap) bemerkenswert durch große, dem Boden aufliegende, am Grunde lang fortwachsende Blätter (habituell geradezu an *Welwitschia* erinnernd).

B. Agavoideae. Rhizome. Stengel beblättert, mit rosettenförmig angeordneten, fleischigen Blättern: *Agave*[40]). Artenreiche, besonders für den südlichen Teil von Nordamerika, für Zentralamerika und den nördlichen Teil von Südamerika charakteristische Gattung. Viele Arten in Gewächshäusern und in wärmeren Gebieten im Freien kultiviert. Die bekannteste Art ist *A. americana* (Zentralamerika), die schon seit lange über die meisten wärmeren Gebiete verbreitet wurde und vielfach verwildert (z. B. europ. Mediterrangebiet; Abb. 613). Die Pflanze liefert gleichwie die verwandte *A. mexicana* Textilfasern („Pite"). Aus dem heranwachsenden Schafte dieser Art, und insbesondere jenem von *A. atrovirens*, wird eine zuckerhaltige Flüssigkeit gewonnen, die vergoren die „Pulque" der Mexikaner bildet. Nach dem Abblühen, beziehungsweise Fruchten stirbt der betreffende Sproß ab. Wenn eine Pflanze zum Blühen gelangt, finden sich sehr häufig Blüten nicht bloß am Hauptsproß, sondern auch an kurzen stolonenartigen Seitensprossen. *A. rigida* (Zentralamerika) liefert den „Sisalhanf". — *Fourcroya* (trop. u. subtrop. Amerika), der vorigen Gattung ähnlich. *F. gigantea* liefert gleichfalls „Pite", „Mauritiushanf". — *Polianthes tuberosa* (Zentralamerika) als „Tuberose" häufig kultiviert.

C. Hypoxidoideae. Rhizome. Blätter von gewöhnlicher Konsistenz: *Alstroemeria* (Süd- und Zentralamerika) häufig mit Schleuderfrüchten, *Bomarea* (Amerika) windend, *Hypoxis* (Tropen und Subtropen), *Conostylis* (Westaustralien). — Zierpflanzen *Alstroemeria psittacina*, *A. aurantiaca* u. a.

8. Familie: **Velloziaceae**[41]). Den Amaryllidaceen sehr nahestehend, von ihnen nur durch die zumeist vermehrten Staubgefäße, welche dann in Bündeln vor den Perianthblättern stehen, und durch die stark in das Innere der Fruchtknotenfächer vorspringenden Plazenten verschieden. — Stamm mehr oder minder über den Boden hervortretend, oft verzweigt und geradezu baumförmig.

Vellozia (Südamerika), *Barbacenia* (Südamerika, Südafrika).

9. Familie: **Iridaceae**[42]). (Abb. 614.) Krautige Pflanzen mit Rhizomen, Knollen oder Zwiebeln, schmalen, grasähnlichen oder „reitenden" Blättern.

---

[39]) Gottlieb-Tannenhain P. v., Stud. üb. d. Gttg. *G.* Abh. zool.-bot. Ges. Wien, II., 1904.

[40]) Braun K., Die Agaven, ihre Kultur und Verwendung usw. Der Pflanzer, II., 1906. — Trelease H., Revis. of the *Agave* of the gr. *Applanatae.* Rep. Missouri Bot. Gard., XXII., 1912. — Berger A., Die Agaven. Beitr. z. einer Monogr. Jena 1915.

[41]) Pax F. in E. P., II. 5, S. 124, 1888.

[42]) Pax F. in E. P., II. 5, S. 137, 1888; Nachtr. I, S. 88, 1897; Nachtr. III, S. 51; Nachtr. IV, S. 39. — Bicknell J. B., Studies in *Sisyrinchium*, VII—X. Bull. Torr. bot. Cl., 1900 bis 1904. — Ferraris T., Ricerche embriol. sulle Irid. Ann. ist. bot. Roma, IX., 1902. — Singhof L., Üb. d. Gefäßbündelverl. in den Blumenbl. d. Irid. Beih. bot. Zentralbl., XVI., 1904. — Correvon H. et Massé H., Les *Iris* d. l. jardins. Genève 1907. — Béguinot A., Revis. monogr. d. gen. *Romulea*, I—III. Malpighia, XXI—XXIII., 1907 bis 1909.

Infloreszenz 1- bis vielblütig, zymös. Blüten aktinomorph oder zygomorph. Perianth aus 2 korollinischen Wirteln bestehend, die oft sehr verschieden sind. Staubgefäße immer 3 (infolge Ausfallens des inneren Kreises) mit extrorsen Antheren. Fruchtknoten unterständig, 3blättrig, 3- bis 1fächerig. Lokulizide Kapseln.

Abb. 614. *Iridaceae.* — Fig. 1. Infloreszenz von *Gladiolus communis.* — Fig. 2. Blüte davon, längs durchschn. — Fig. 3. Blüte von *Iris florentina.* — Fig. 4. Oberer Teil der Blüte von *Crocus sativus.* — Fig. 5. Basaler Teil der Blüte und Zwiebelknollen davon, längs durchschn. — Fig. 1, 3—5 nat. Gr., 2 etw. vergr. — Fig. 4 u. 5 nach Berg u. Schmidt, Fig. 1—3 Original.

Entomogam oder ornithogam. Nektar wird von Septaldrüsen oder im Innern der Perianthröhre sezerniert.

A. **Crocoideae.** Blüten einzeln, wenn auch mehrere auf einem Sprosse: *Crocus*, Safran. Blütentragender Sproß stark verkürzt, so daß sich der Fruchtknoten unter der Erde befindet; bei der Fruchtreife verlängert sich der Blütenstiel und bringt die Frucht über den Boden. Zahlreiche Arten im Mediterrangebiet. *C. sativus* (Heimat wohl Vorderasien) wird seit alter Zeit kultiviert; die Narben liefern gelben Farbstoff; Herbstblütler. — Viele Arten, besonders Frühjahrsblütler, als Zierpflanzen kultiviert, so *C. neapolitanus*, *C. reticulatus*, *C. aureus* u. a. — *Romulea* (Mediterrangeb., Afrika).

B. ***Iridoideae.*** Blüten in mehrblütigen, zymösen Infloreszenzen. Blüten aktinomorph: *Iris*, Schwertlilie (nördl. extratrop.). Äußere Perianthblätter zurückgekrümmt, oft am Grunde gebärtet, innere aufrecht, häufig klein. Griffel in 3 korollinische Lappen geteilt. Mehrere Arten, so *I. pallida*, *I. florentina*, *I. germanica* (mediterran) liefern das offizinelle „Rhizoma Iridis". Die meisten Arten beliebte und dankbare Zierpflanzen. — *Tigridia Pavonia*, Tigerlilie (Zentralamerika), verbreitete Zierpflanze. — Artenreiche Gattungen: *Moraea* (Afrika, Australien), *Marica* (Amerika, Afrika), *Sisyrinchium* (Amerika), *Patersonia* (Australien).

C. ***Ixioideae.*** Infloreszenz wie bei *B.*, aber Teilinfloreszenzen einblütig. Blüten fast stets zygomorph: *Gladiolus* (Afrika, weniger artenreich in Europa und Asien). Viele Arten sehr verbreitete Zierpflanzen, so *G. psittacinus*, *G. cardinalis*, *G. blandus*, *G. Saundersii* (Südafrika) und zahlreiche Hybriden und Rassen derselben. — *Freesia* (Südafrika) *refracta* verbreitete Zierpflanze. — *Lapeyrousia* (Afrika), *Tritonia* (Afrika).

Abb. 615. *Juncaceae.* — Fig. 1. Infloreszenz v. *Luzula Sieberi.* — Fig. 2. Einzelne Blüte davon. — Fig. 3. Infloreszenz v. *Juncus atratus.* — Fig. 4. Fruchtstand v. *J. triglumis.* — Fig. 5. Halbreife Frucht v. *J. triglumis*, im basalen Teile quer durchschn. — Alle Fig. vergr. — Original.

Die folgende Familie schließt sich nicht den vorhergehenden mit unterständigem Fruchtknoten an, sondern unmittelbar den Liliaceen; sie unterscheidet sich von diesen insbesondere durch die Anemogamie, mit der die Reduktion des Perianthiums und die langen papillösen Narben im Zusammenhange stehen.

10. Familie: ***Juncaceae***[43]). (Abb. 615.) Grasähnliche, meist krautige, häufig feuchte Standorte bewohnende Pflanze. Blüten unscheinbar, nur selten mit korollinisch gefärbten Perianthien, in sehr verschiedenen, köpfchen-, dolden- oder rispenähnlichen Infloreszenzen von stets zymösem Baue. Perianthium aus 6, in 2 Kreisen stehenden Blättern be-

---

[43]) Buchenau Fr. in E. P., II. 5, S. 1, 1888; in Engler A., Pflanzenreich, Heft 25, 1906 und die dort zit. Lit. — Laurent M., Sur le développem. de l'embr. d. Jonc., Compt. rend. Paris, 137., 1903; Sur la format. de l'œuf et la multiplic. d'une antip. dans les

stehend. Staubgefäße 6 oder 3 (durch Ausfall der inneren). Pollentetraden. Fruchtknoten oberständig, 3blättrig, 1fächerig oder 3fächerig, mit zahlreichen oder einzelnen Samenanlagen in jedem Fache. Stärkereiches Nährgewebe. Lokulizide Kapseln.

Den Liliaceen zweifellos nahestehend, aber anemogam, worauf schon die Reduktion des Perianthiums und die langen, papillösen Narben hindeuten.

Sternzellen im Stengelmarke. Entomogamie bei einzelnen Arten wahrscheinlich. Kleistogame Blüten neben offenen bei einigen *Juncus*-Arten, z. B. *J. bufonius*, *J. capitatus*; einzelne Arten ganz kleistogam. Auffallend ist das große Zeitintervall im Öffnen der Blüten einzelner Arten. Die Verquellung der äußersten Zellschichten der Samenschalen hängt vermutlich mit der Verbreitung der Samen zusammen.

Große Gattungen: *Juncus*, Binse (Fruchtknotenfächer vielsamig) und *Luzula*, Hainbinse (Fruchtknotenfächer 1samig), beide mit zahlreichen Arten und weit verbreitet. — *Prionium serratum*, Palmiettschilf, mit oberirdischem verholztem Stamm, in Südafrika weit verbreitet.

Hier läßt sich die (11.) Familie der **Thurniaceae**[44]) anschließen, welche in mehrfacher Hinsicht den *Juncaceae* ähnelt. Krautige Pflanze mit kugeligen, dichtblütigen Infloreszenzen. — *Thurnia* (Brit.-Guyana).

Die folgenden Familien nähern sich den *Enantioblastae* durch den dem Endosperm häufig seitlich anliegenden Embryo. Durch die anatropen Samenanlagen stehen sie noch den übrigen *Liliiflorae* nahe.

12. Familie: ***Flagellariaceae***[45]). Den Juncaceen sehr nahestehend und den Übergang zu den *Cyperales* vermittelnd. Perianthium noch mehr reduziert. Stengel verlängert, bisweilen klimmend. Steinfrüchte. Embryo dem Nährgewebe anliegend.

Flagellaria (trop. Asien und Afrika) mit rankenden Blättern. — *Joinvillea* (indomalayisch).

Den vorigen Familien steht die kleine (13.) Familie der **Rapateaceae**[46]) nahe. Sumpfpflanzen mit grundständigen Blättern. Infloreszenz aus 1blütigen Ährchen bestehend. Kelch und Korolle. Fruchtknoten oberständig. — *Rapatea* (Südamerika), *Maschalocephalus* (trop. Afrika).

14. Familie: ***Bromeliaceae***[47]). (Abb. 616 u. 617.) Epiphyten, Felsbewohner, seltener Erdpflanzen. Stämme meist verkürzt, doch auch ver-

---

Jonc., l. c., 137., 1903; Rech. s. l. développem. des Jonc., Ann. sc. nat., Bot., Ser. VIII., 19., 1904. — Blau J., Vergl.-anat. Unters. d. schweiz. *Juncus*-Arten. Zürich 1904. — Husnot J., Joncées. Descr. et Fig. d. J. de France etc., 1908. — Haslinger H., Vergl. Anat. d. Veget.-Org. der J. Sitzber. Akad. Wiss. Wien, CXXIII., 1914. — Brenner W., Zur Kenntn. d. Blütenentw. d. J. Act. Soc. sc. Fenn., L., 1923.

[44]) Engler A., Syllab. d. Pflanzenfam. 8. Aufl., S. 141, 1919.

[45]) Engler A. in E. P., II. 4, S. 1, 1888.

[46]) Engler A. in E. P., II. 4, S. 28, 1888; Nachtr. III, S. 41. — Baillon H., Hist. d. pl., XIII.

[47]) Wittmack L. in E. P., II. 4., S. 32, 1888 und in Nachtr., S. 61, 1897; Nachtr. III, S. 41. — Mez C. in De Candolle, Suites au Prodr., IX., 1896; Additamenta monograph. Bull. de l'herb. Boiss., sér. 2., III. u. IV., 1903 u. 1904; Physiolog. Bromel.-Stud. I., Jahrb. f. wiss. Bot., 40., 1904. — Ule E., Üb. einige neue u. int. Brom. Ber. d. deutsch. bot. Ges., XVII., 1899. — Hedlund T., Von d. Schupp. u. deren Verh. zu d. Spaltöffn. bei einig. Brom. Bot. Notiser, 1901. — Billings H., A study of *Till. usneoid.* Bot. Gaz., 38., 1904. — Tietze M., Physiol. Bromel.-Stud. II. Ztschr. f. Naturw. Halle, 78., 1906. — Boresch K., Üb. Gummifluß bei *Brom.* nebst Beitr. z. ihr. Anatom. Sitzb. d. Wiener Akad., CXVII., 1908.

längert. Blätter in der Regel rosettenförmig gehäuft. Infloreszenzen meist endständig, ähren-, trauben- oder rispenförmig. Blüten meist zwitterig

Abb. 616. *Bromeliaceae.* — Fig. 1. *Fernseea Itatiaiae.* — Fig. 2. *Nidularium ampullaceum.* — Fig. 3. *Quesnelia tillandsioides.* — Fig. 4. *Tillandsia loliacea.* — Fig. 5. *Tillandsia usneoides.* — Fig. 6. *Vriesea brachystachys*, Infloreszenz. — Fig. 7. *Billbergia amoena*, Infloreszenz. — Fig. 8. *Vriesea imperialis*, Samen. — Fig. 1—7 verkl., 8 vergr. — Fig. 1—4 u. 8 nach Flora Bras., Fig. 5—7 Original.

und aktinomorph, trimer, mit doppeltem Perianth, dessen beide Wirtel häufig sehr verschieden sind (Kelch und Korolle). Staubgefäße 6. Frucht-

knoten ober- bis unterständig. Beeren oder Kapseln. Embryo dem Nährgewebe anliegend oder in dasselbe versenkt. Nährgewebe mehlig.

Durch das mehlige Nährgewebe und durch den demselben oft anliegenden Embryo der Reihe der *Enantioblastae* sich nähernd, doch im Gesamtbau und insbesondere in der Form der Samenanlage den Liliifloren sich anschließend. Große Familie mit interessanten ökologischen Einrichtungen und von recht charakteristischem Aussehen. Die epiphytischen und viele felsbewohnende Formen zeigen xerophile Einrichtungen (Deckhaare, besonders Schuppenhaare, Wassergewebe, Wachsüberzüge usw.) und nehmen die Nahrung größtenteils mit dem basalen Teil der Innenseite der Laubblätter aus den Wasser- und Humusansammlungen auf, welche sich in der Mitte der dicht zusammenschließenden Blattrosetten bilden. Diese Wasseransammlungen sind vielfach so konstant, daß sie zur Ausbildung einer ganz charakteristischen Fauna und Flora führten (Algen, Mosquitoslarven, Utricularien usw.)[47a]). Die Wurzeln der Epiphyten sind in erster Linie Befestigungsorgane. Ganz wurzellos sind

Abb. 617. — *Bromeliaceae.* — *Ananas sativus* aus einer Kultur in Mexiko. — Nach einer käuflichen Photographie.

im erwachsenen Zustand manche *Tillandsia*-Arten, z. B. die im Habitus geradezu an *Usnea* erinnernde *T. usneoides*, die mit gekrümmten Sproßenden sich befestigt (Abb. 616, Fig. 5). Die Deckblätter der Infloreszenzen oder die der Infloreszenz zunächst stehenden Laubblätter sind häufig korollinisch gefärbt und erhöhen die Auffälligkeit. An der Innenseite schleimabsondernde Deckblätter bei *Vriesea.* Septaldrüsen verbreitet. Honigbergende Schüppchen am Perianth häufig. Entomogamie, auch Ornithogamie; Bestäubung wenig untersucht; Anemogamie bei *Navia.* Fleischige Cönocarpien bei *Ananas.* Samen der kapselfrüchtigen Formen häufig mit Flugeinrichtungen: Haarschöpfe, Flügel.

Ausschließlich im tropischen und subtropischen Amerika, die Epiphyten vorherrschend im Regenwald, die erdbewohnenden in den Kampos, Katingas, an den Meeresküsten usw.

[47a]) Picado M. C., Les Bromel. epiph. consid. comme milieu biolog. Thès. Univ. Paris, 1912.

Größte Gattungen: *Pitcairnia, Puya* mit oberständigem Fruchtknoten und mit Kapseln, meist erdbewohnend; *Tillandsia, Vriesea* mit ebensolchen Fruchtknoten und Früchten, meist epiphytisch; *Nidularium, Billbergia, Aechmea* mit unterständigem Fruchtknoten und mit Beerenfrüchten. — Die Früchte mehrerer Arten mit Beeren sind genießbar, so die von *Ananas sativus* (besonders Zentralamerika), Ananas (Abb. 617), welche deshalb nicht bloß in der Heimat, sondern in allen tropischen und subtropischen Gebieten und auch in den Extratropen in Gewächshäusern in zahlreichen Rassen kultiviert wird (Sproß über die Infloreszenz hinauswachsend, Frucht der kultivierten Pflanzen oft samenlos[48]). — *Bromelia-* und *Karatas*-Arten werden in Südamerika nicht bloß wegen der genießbaren Früchte (Caraguatá), sondern auch wegen der dornigen Blätter als Heckenpflanzen gezogen. — *Tillandsia usneoides* (südl. Nordamerika, Zentral- und Südamerika) wird immer häufiger als Stopfmaterial (Ersatz für Roßhaare), als „Louisiana-Moos", in den Handel gebracht; liefert auch das Hauptmaterial für die sackförmigen Nester mancher Vögel. Textilfasern werden aus den Blättern mehrerer Bromeliaceen gewonnen. — Viele Arten in Gewächshäusern als Zierpflanzen kultiviert.

Anhangsweise seien hier noch 3 Familien aufgeführt, die in ihrem Gesamtbaue den *Liliiflorae* sich stark nähern, die aber doch so viele Eigentümlichkeiten aufweisen, daß die Frage einer anderen Zugehörigkeit, bzw. Herkunft erörtert werden kann.

15. Familie: **Dioscoreaceae**[49]). (Abb. 618.) Krautige Pflanzen mit windenden Stengeln und oft knollenförmigen Wurzeln oder Rhizomen oder ebensolchen oberirdischen Stammbildungen. Blätter meist deutlich gestielt mit netzig verzweigten sekundären Gefäßbündeln. Blüten in traubenartigen, einfachen oder zusammengesetzten Infloreszenzen, aktinomorph, zumeist eingeschlechtig, mit zweiwirteligem, meist unscheinbarem Perianth. Staubgefäße 6 oder 3 (die inneren reduziert). Fruchtknoten unterständig, 3- oder 1fächerig. Kapseln oder Beeren.

Die *Dioscoreaceae* nehmen unter den *Liliiflorae* eine in mehrfacher Hinsicht bemerkenswerte und abweichende Stellung ein. Der Embryo zeigt eine nur unvollkommene Umhüllung der Plumula durch die Cotyledonarscheide. Anordnung der Gefäßbündel, wenigstens an jungen Sprossen, in einem Kreis. Simultane Pollenbildung. Dies spricht alles für eine relativ ursprüngliche Stellung. Ob deshalb eine von den übrigen Monocotyledonen verschiedene Herkunft anzunehmen ist[50]), erscheint mir allerdings fraglich.

Wurzelknollen bei *Dioscorea Batatas, D. discolor* u. a.; bei mehreren *Dioscorea*-Arten am Grunde der Laubblätter entstehende Knollen als vegetative Vermehrungsorgane. Laubblätter manchmal gelappt oder geteilt. Bestäubung unvollkommen bekannt, vielleicht wenigstens zum Teil Anemogamie; Arten mit den erwähnten Knollen blühen vielfach sehr

---

[48]) Über d. Parthenokarpie von *A.* vgl. G. Tischler in Jahrb. f. wiss. Bot., LII., 1912. — Heilborn O., Notes on the Cytol. of *Ananas.* Ark. f. Bot., XVII., 1921.

[49]) Pax F. in E. P., II. 5, S. 130, 1888; Nachtr. III, S. 49. — Uline E. B., in E. P., Nachtr., S. 80, 1897; Monogr. d. Diosc., Bot. Jahrb., XXV. — Dale E., On the orig., developm. and morpholog. of the aer. tub. in *Diosc. sat.* Ann. of Bot., XV., 1901. — Leclerc du Sablon M., Sur l. tuberc. du *Tamus comm.* Rev. gen. Bot., XIV., 1902. — Hill T. G. and Freeman W. G., The root struct. of *Diosc. praehens.* Ann. of Bot., XVII., 1903. — Goebel C., Die Knollen d. Diosc. usw. Flora, Erg.-Bd., 1905. — Lindinger L., Üb. d. morphol. Wert d. an Wurzeln entst. Knollen einig. *Diosc.*-Arten. Beih. bot. Zentralbl., XXI., Abt. 1, 1907. — Reiche K., Zur Kenntn. d. Diosc.-Gttg. *Epipetrum.* Bot. Jahrb. f. Syst., XLII., 1908. — Smith P. M., The developm. of the embryo etc. in *Diosc. vill.* Bull. Torr. bot. Cl., XLIII., 1916. — Suessenguth K., Beitr. z. Frage d. syst. Anschl. d. Monoc. Beih. z. bot. Zentralbl., XXXVIII., Abt. II, 1920.

[50]) Vgl. Suessenguth, a. a. O.

selten. Flügelfrüchte kommen in den Gattungen *Dioscorea*, *Rajania*, geflügelte Samen in Gattungen mit Kapselfrüchten mehrfach vor.

A. Kapselfrüchte. — *Dioscorea*, artenreiche Gattung der Tropen und Subtropen. *D. Batatas*, „Yamswurzel", „chinesische Kartoffel" (Heimat Südostasien?), wird wegen der nach dem Auswaschen eines bitteren Stoffes genießbaren Wurzelknollen vielfach gebaut, besonders in Ostasien. Aus demselben Grunde werden kultiviert *D. alata* (indomalayisch), *D. sativa* u. a. *D. Elephantipes* (= *Testudinaria El.*) (Kap) mit oft riesigem, oberflächlich gefeldertem Stammknollen, häufig als Merkwürdigkeit in Gärten kultiviert. *D. praehensilis* (tropisches Afrika) mit dicken sukkulenten Stämmen und dornigen Ästen.

B. Beeren. — *Tamus communis* im Mittelmeergebiet und in Mitteleuropa.

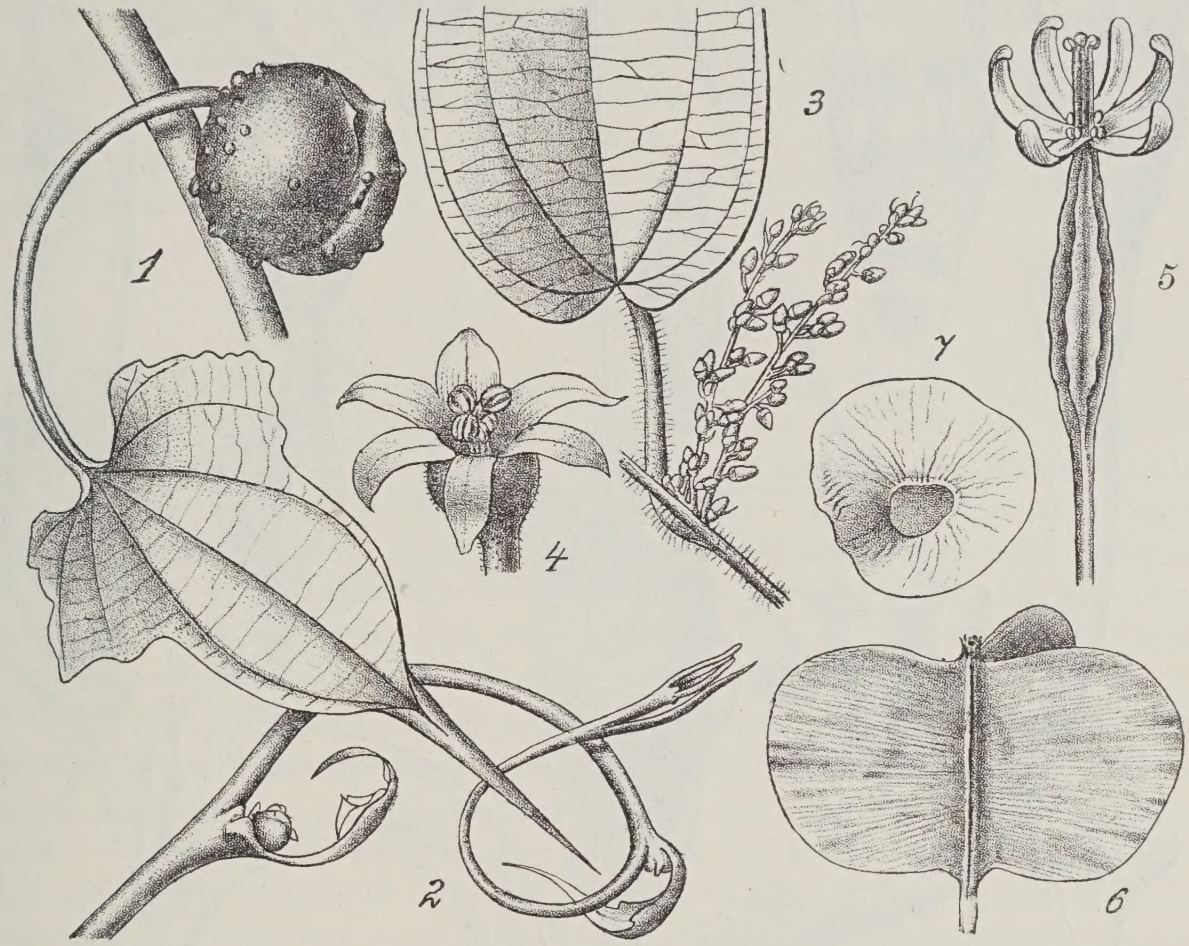


Abb. 618. *Dioscoreaceae.* — Fig. 1 u. 2. *Dioscorea* sp. Sproßstücke mit Knollenbildung. — Fig. 3—5. *Dioscorea Elephantipes*; Fig. 3 ♂ Inflor., Fig. 4 ♂, Fig. 5 ♀ Blüte. — Fig. 6. Frucht von *D. dodecaneura*; Fig. 7 Samen davon. — Fig. 1—3, 6 nat. Gr.; 4, 5, 7 vergr. — Original.

16. Familie: **Taccaceae**[51]). Krautige Pflanzen mit unterirdischen Knollen, mit großen, oft geteilten Blättern und blattlosen Blütenschäften. Infloreszenz doldenförmig, mit zahlreichen fadenförmigen Vorblättern. Blüten mit zweiwirteligem, korollinischem, aktinomorphem Perianth. Staubgefäße 6, mit vergrößerten, konkaven Filamenten. Fruchtknoten unterständig, 3blättrig, einfächerig mit parietalen Plazenten. Narbe groß, schirmförmig, gelappt. Kapseln oder Beeren.

---

[51]) Pax F. in E. P., II. 5, S. 127, 1888; Nachtr. III, S. 49. — Baillon H., Hist. d. pl., XIII. — Limpricht W., Beitr. z. Kenntn. d. T. Dissert. Breslau, 1902. — Suessenguth K., a. a. O. — Hakånsson A., Beitr. z. Entw. d. *Tacc.* Bot. Not., 1921.

Wiederholt schon wurde auf Ähnlichkeiten zwischen *T.* und den Aristolochiaceen hingewiesen. Suessenguth hat neuerdings die Übereinstimmungen zusammengestellt.

In den Tropen der Alten und Neuen Welt. Mehrere Arten, so *Tacca pinnatifida* (Asien), werden der mehlreichen Knollen halber kultiviert; sie liefern „Arrowroot von Tahiti".

17. Familie: **Burmanniaceae**[52]). (Abb. 619.) Krautige Pflanzen, häufig mit unterirdischen Knollen oder Rhizomen, autotroph und dann mit ein-

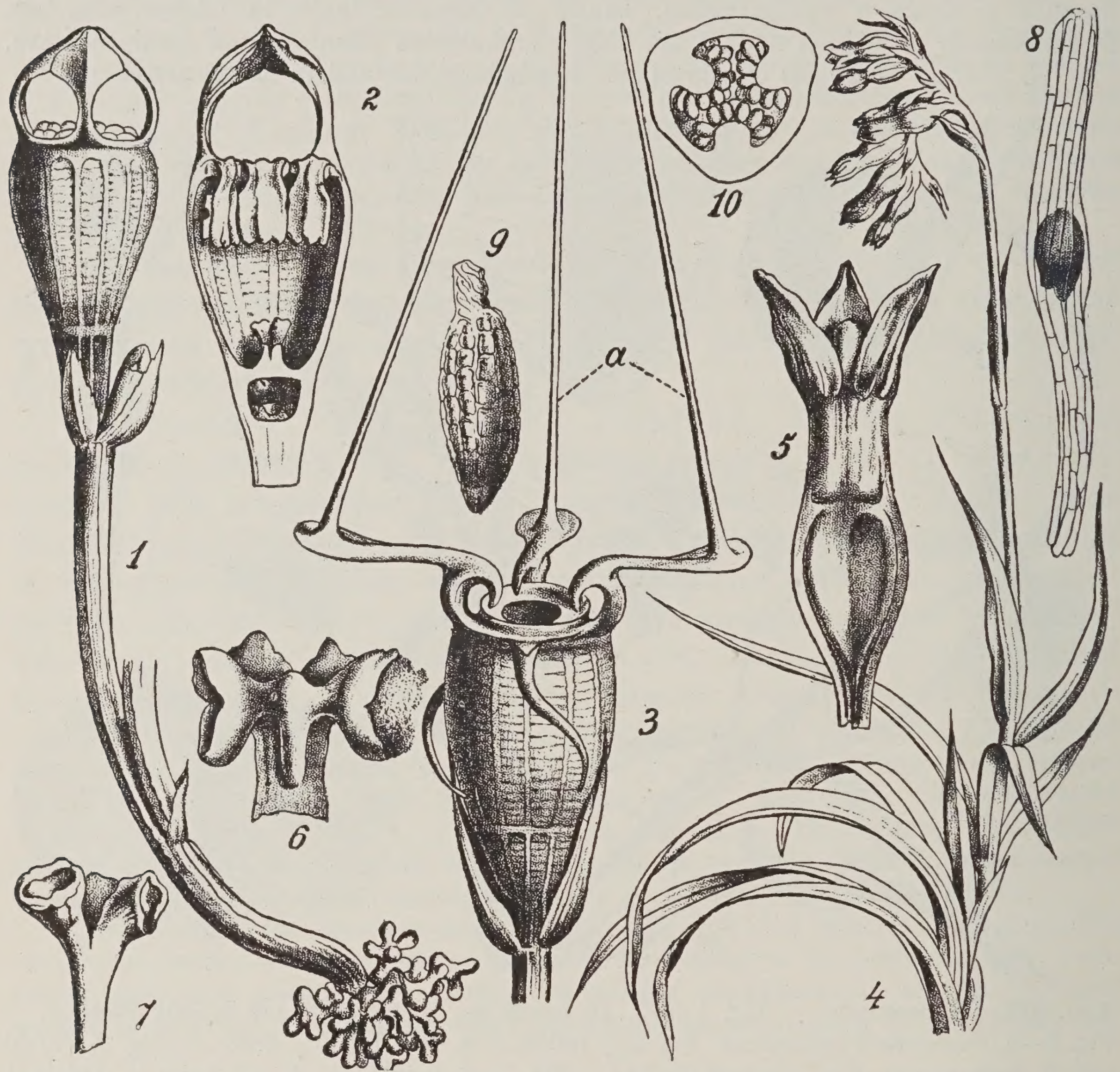


Abb. 619. *Burmanniaceae.* — Fig. 1. *Sarcosiphon* (*Bagnisia*) *episcopalis*; Fig. 2 Blüte davon, längs durchschn. — Fig. 3. Blüte von *Thismia Neptuni*; *a* pfriemenförmige Verlängerungen der Perianthblätter. — Fig. 4—8. *Burmannia longifolia*; Fig. 5 Blüte; Fig. 6 Staubgefäß; Fig. 7 Narben; Fig. 8 Samen. — Fig. 9. Samen von *B. tridentata.* — Fig. 10. Querschn. d. d. Fruchtkn. v. *Gymnosiphon borneenseis.* — Alle Fig. vergr. — Nach Beccari.

fachen, grünen, stengel- oder grundständigen Blättern oder saprophytisch und dann mit reduzierten, farblosen, gelblichen oder rötlichen Blättern.

[52]) Engler A. in E. P., II. 6, S. 44, 1889; Nachtr. III, S. 72. — Warming E., S. quelqu. Burm. rec. au Brés. Acad. Roy. Danem., 1901. — Urban I., *Burm.* in Symb. Antill., III. 3., 1903. — Schlechter R., *B.* afric. Bot. Jahrb., XXXVIII., 1906. — Gagnepain H., Quelqu. Burm. asiat. Bull. soc. bot. Fr., 54., 1907. — Ernst A., Apogamie bei *Burmannia coel.*, Ber. d. d. bot. Ges., XXVII., 1909. — Ernst A. u. Bernard C., Embryol. v. *Thismia*

Blüten aktinomorph, seltener zygomorph; Perianthblätter oft vereint, die inneren meist kleiner, manchmal fehlend. Staubgefäße 6 oder 3 (durch Rückbildung des äußeren Kreises), häufig mit vergrößerten Konnektiven. Fruchtknoten unterständig, 1- oder 3fächerig. Kapseln. Embryo (ob immer?) ungegliedert.

Die Familie wurde wegen der zahlreichen kleinen Samen mit ungegliederten Embryonen mit den Orchideen zu einer Reihe (*Microspermae*) vereint; habituell sehen viele *B.* zweifellos Orchideen ähnlich. Die aktinomorphen Blüten, das Vorhandensein eines Endosperms lassen dennoch die Stellung bei den *Liliiflorae* als stark abgeleitete Familie richtig erscheinen.

Entomogamie höchst wahrscheinlich; Bestäubungsvorgang wenig untersucht. Die Kleinheit der Samen dürfte Verbreitung durch den Wind begünstigen.

Verbreitet in den Tropen und Subtropen. — *Burmannia*, *Apteria*, *Gymnosiphon*, *Thismia*, mit aktinomorphen Blüten. Auf die Gattung *Corsia* mit zygomorphen Blüten hat Beccari[53]) die Familie der *Corsiaceae* begründet.

3. Reihe. *Enantioblastae.*

Zwitterblüten oder eingeschlechtige Blüten mit doppeltem Perianthium, das in Kelch und Korolle differenziert ist oder dessen sämtliche Blätter von mehr oder minder ähnlicher Beschaffenheit sind oder mit $\pm$ reduziertem Perianthium. Aktinomorphie oder Zygomorphie. Staubgefäße in gleicher Zahl wie die Perianthblätter oder weniger. Fruchtknoten 3- bis 1blättrig, seltener mehrblättrig, oberständig, mit atropen Samenanlagen. Endosperm vorhanden, stets mehlig. Embryo dem Nährgewebe seitlich anliegend.

Den Liliifloren zweifellos nahestehend und von ihnen hauptsächlich durch atrope Samenanlagen verschieden; hierzu treten noch zwei Merkmale, nämlich das mehlige Endosperm und die dem Nährgewebe seitlich anliegenden Embryonen, zwei Merkmale, die sich bei den *Enantioblastae* konstant finden, doch auch einigen Liliifloren-Familien zukommen (*Bromeliaceae* u. a.), was ja bei der Verwandtschaft der beiden Reihen verständlich ist. Für die Reihe der *Enantioblastae* ist ferner charakteristisch die zunehmende Reduktion im Baue des Andröceums, in der Zahl der fertilen Fruchtknotenblätter und der Samenanlagen, die schließlich zu Formen (*Restionaceae*) führt, welche den *Gramineae* sehr nahe kommen. In dieser Hinsicht erscheinen die *Enantioblastae* als ein Bindeglied zwischen dem Liliifloren- und dem Gramineentypus; dabei lassen sich die einzelnen Familien der *Enantioblastae* nicht ohneweiters in eine durch Zwischenformen verbundene Reihe bringen, sie erscheinen vielmehr als nach verschiedenen

jav., Ann. Jard. bot. Buitenz., XXIII., 1909; Beitr. z. Embr. v. *T. cland.* u. *T. Verst.*, a. a. O., XXIV., 1911; Entw. d. Embryos. usw. v. *Burm. cand.* u. *B. Champ.*, a. a. O., XXV., 1912; Entw. d. Embryos usw. v. *B. coel.*, a. a. O., XXVI., 1912; Embryol. v. *B. tub.*, a. a. O., XXVIII., 1914. — Pfeiffer N. E., The sporang. of *Thism. am.*, Bot. Gaz., LXVI., 1918; Morph. of *Th. am.*, l. c., LVII., 1914.

[53]) Malesia, I., 1877.

Richtungen ausstrahlende Zweige eines durch die angegebenen Merkmale charakterisierten Abschnittes im Stammbaume der Monocotyledonen.

1. Familie: **Commelinaceae**[54]) (= *Ephemeraceae* 1802). (Abb. 620.) Krautige Pflanzen mit beblätterten, knotig gegliederten Stengeln. Infloreszenzen zymös, meist Wickel oder Doppelwickel. Blüten zwitterig,

Abb. 620. *Commelinaceae*. — Fig. 1. Infl. v. *Aneilema* sp. — Fig. 2. Infl. v. *Tradescantia virginica;* Fig. 3 Blüte davon. — Fig. 4—6. *Cochliostema odoratissimum*; Fig. 4 innerer Teil der Blüte mit den Staminodien *st*, der Diskusbildung *d* und den beiden flügelartigen Verlängerungen der Filamente *f*; Fig. 5 die 3 fertilen Staubgef., die Filamente der beiden seitlichen flügelartig verlängert; Fig. 6 junges Staubgef. — Fig. 7. Staubfadenhaar von *Tradescantia virginica*. — Fig. 1 u. 2 nat. Gr., 3—7 vergr. — Fig. 4 bis 6 nach Masters, 7 nach A. Weiß, 1—3 Original.

aktinomorph oder zygomorph, trimer. Perianth mit Kelch und Korolle. Staubgefäße 6 oder (durch Reduktion) weniger. Fruchtknoten (wie bei allen

---

[54]) Schönland S. in E. P., II. 4, S. 60, 1888; Nachtr. III, S. 42; Nachtr. IV, S. 33. — Baillon H., Hist. d. pl., XIII. — Gravis A., Rech. anat. et phys. sur l. *Tradesc. virg.* Mem. d. l'acad. roy. d. Belg., LVIII., 1898. — Eberhard C., Beitr. z. Anat. u. Entw. d. *Commel.* Hannover 1900. — Caro H., Beitr. z. Anat. d. *Commel.* Heidelberg 1903. — Clark J., Beitr. z. Morphol. d. *Commel.* Flora, 93., 1904. — Holm Th., *Commel.* Morphol. and anat. stud. Mém. Nation. Ac. Sc., 10., 1906. — Farmer J. B. and Shore D., On the Struct. and Devel. of the Somat. and Heterotyp. Chromos. of *Tradesc. virg.* Quart. Journ. Microsc., XLVIII., 1905.

Enantioblastae) oberständig, 3- bis 2fächerig, mit wenigen Samenanlagen. Kapseln, manchmal nicht aufspringend.

Häufig Bewohner feuchter Standorte und dann leicht welkend, anderseits nicht selten Xerophyten. Blätter häufig mit dem Scheidenteil den Stengel röhrenförmig umgebend; Hochblätter manchmal kahnförmig. Korollenblätter oft sehr hinfällig und manchmal reduziert, besonders das nach oben stehende! Filamente häufig behaart (Protoplasmaströmung in den Trichomzellen!). Bestäubung wenig untersucht. Kleistogame Blüten bei *Commelina benghalensis.*

Verbreitet in den Tropen und Subtropen. — Größte Gattungen: *Commelina, Aneilema, Cyanotis, Dichorisandra, Tradescantia.* — Mehrere *Commelina*-Arten liefern mehlreiche, eßbare Rhizome, so *C. tuberosa* (Zentralamerika). — Zierpflanzen: *Cochliostema odoratissimum* (Ekuador), *Commelina coelestis* (Zentralamerika), *Tradescantia virginica* (Vereinigte Staaten von Nordamerika), *Zebrina pendula* (Zentralamerika, die vielfach als „Tradescantia" bezeichnete Ampelpflanze).

2. Familie: **Mayacaceae**[55]). Kleine Sumpf- oder Wasserpflanzen mit zahlreichen schmalen Blättern. Staubgefäße 3 (vor den Kelchblättern). Fruchtknoten 1fächerig mit parietalen Plazenten.

Mayaca (Amerika, 1 Art in Afrika).

3. Familie: **Xyridaceae**[56]). Krautige Pflanzen mit grundständigen, schmalen Blättern. Infloreszenzen ähren- oder köpfchenartig. Blüten zwitterig, aktinomorph oder zygomorph. Kelch und Blumenkrone. Staubgefäße 3 fertil, 3 staminodial. Fruchtknoten 3blättrig, aber 1fächerig mit parietalen oder zentralen Plazenten, Samenanlagen zahlreich. Lokulizide Kapseln.

Vorherrschend im tropischen und subtropischen Amerika; *Xyris indica* im tropischen Asien verbreitet. — *Xyris, Abolboda.*

4. Familie: **Eriocaulaceae**[57]). (Abb. 621 u. 622.) Krautige Pflanzen mit meist grasähnlichen, oft grundständigen Blättern. Infloreszenzen stets köpfchenförmig und nach Art der Compositen von sterilen Hüllblättern umgeben. Blüten eingeschlechtig, 2- bis 3zählig, aktinomorph oder zygomorph. Perianth doppelt oder einfach oder ganz fehlend, stets

---

[55]) Engler A. in E. P., II. 4, S. 16, 1888; Nachtr. III, S. 37. — Baillon H., Hist. d. pl., XIII.

[56]) Engler A. in E. P., II. 4, S. 18, 1888; Nachtr. III, S. 37. — Baillon H., l. c. — Nilsson A., Stud. üb. d. Xyrid. Kgl. Vetensk. Ak. Handl., XXIV., 1892. — Malme G. O., *Xyridac.* bras., Bih. t. k. Svenska Vetensk. Ak. Handl., XXIV., 1898; Beitr. z. Xyr.-Flora S.-Am., l. c., XXVI., 1901; Beitr. z. Anat. d. Xyridac., Svensk bot. Tidskr., III., 1909. — Weinzieher S., Beitr. z. Entwicklungsgesch. v. *X. indica.* Flora, 106., 1914.

[57]) Hieronymus G. in E. P., II. 4, S. 21, 1888; Nachtr. III, S. 37; Nachtr. IV, S. 31. — Ruhland W. in Engler A., Das Pflanzenreich, IV. 30, 1903 und die dort zitierte Literatur. — Britten J., Note on *Eriocaulon.* Journ. of Bot., 38., 1900. — Lecomte H., Erioc. de Chine et d'Indo-Chine, Journ. de Bot., 1908; Proc. d. dissémin. d. fr. et d. graines chez l. *E.*, Journ. de Bot., XXI., 1908. — Beauverd G., Plant. bras. Bull. herb. Boiss., 2. sér., VIII., 1908. — Smith, The flor. developm. and embryol. of *Erioc.*, Bot. Gaz., 49., 1910. — Ruhland W., Zur geogr. Verbr. d. *Er.* Bot. Jahrb. f. Syst., Festband 1914.

wenig auffallend. Staubgefäße 6—2. Fruchtknoten 3- bis 2fächerig mit 1 Samenanlage in jedem Fache. Kapseln.

Viele Arten wachsen auf sumpfigem Boden, ja direkt im Wasser. Bei Arten trockener Standorte häufig Wasseransammlungen zwischen den Blattscheiden; Beziehungen derselben zur Nahrungsaufnahme nicht nachgewiesen. Die Infloreszenzen erinnern oft außerordentlich an jene der Compositen; man könnte diesbezüglich die *E.* geradezu als den Compositentypus unter den Monocotyledonen bezeichnen. Bestäubung nicht genügend untersucht; Entomogamie höchst wahrscheinlich; Nektarien an den Petalen vieler *Eriocaulon*-Arten.

Abb. 621. *Eriocaulaceae.* — *Eriocaulon Kunthii* an sumpfigen Stellen der Savanne bei São Paulo in Südbrasilien. — Original.

Bei vielen Arten finden sich zwischen den Narben (Abb. 622, Fig. 6 *st*) eigentümliche narbenähnliche Anhängsel, die in den ♂ Blüten meist allein (Fig. 7 *g*) vorhanden sind. Verbreitung der Früchte und Samen durch Wind oder Wasser, wobei Behaarung oder kahn- oder flügelförmige Ausbildung der Sepalen eine Rolle spielen.

Verbreitet in den Tropen und Subtropen der ganzen Erde, besonders in Südamerika. In Europa eine Art, *Eriocaulon septangulare* (Schottland, Irland und benachbarte Inseln; außerdem Nordamerika). Größte Gattungen: *Eriocaulon*, *Paepalanthus*.

5. Familie: **Centrolepidaceae**[58]). Kleine, grasähnliche Pflanzen. Infloreszenz eine zweireihige Ähre oder eine solche mit wickelartigen Partialinfloreszenzen oder köpfchenförmig mit 2—8 sterilen Hüllblättern. Blüten zwitterig oder eingeschlechtig, perianthlos oder mit 1—3 zarten

[58]) Hieronymus G. in E. P., II. 4, S. 11, 1888; Nachtr. III, S. 37. — Baillon H., Hist. d. pl., XII.

Blättchen. Staubgefäße 1—2. Fruchtknoten mit 1 bis vielen Karpiden mit je einer Samenanlage. Kapseln oder Schließfrüchte.

Wahrscheinlich größtenteils anemogam. Australien, Südamerika und die zwischenliegenden Inseln; 1 Art in Südostasien. — *Juncella*, *Brizula*. — *Hydatella* (Australien), untergetaucht lebend.

6. Familie: **Restionaceae**[59]). Grasähnliche Pflanzen. Infloreszenzen Ährchen, welche einzeln stehen oder zu verschiedenartigen Infloreszenzen vereinigt sind. Blüten zwitterig oder eingeschlechtig. Perianth 6-

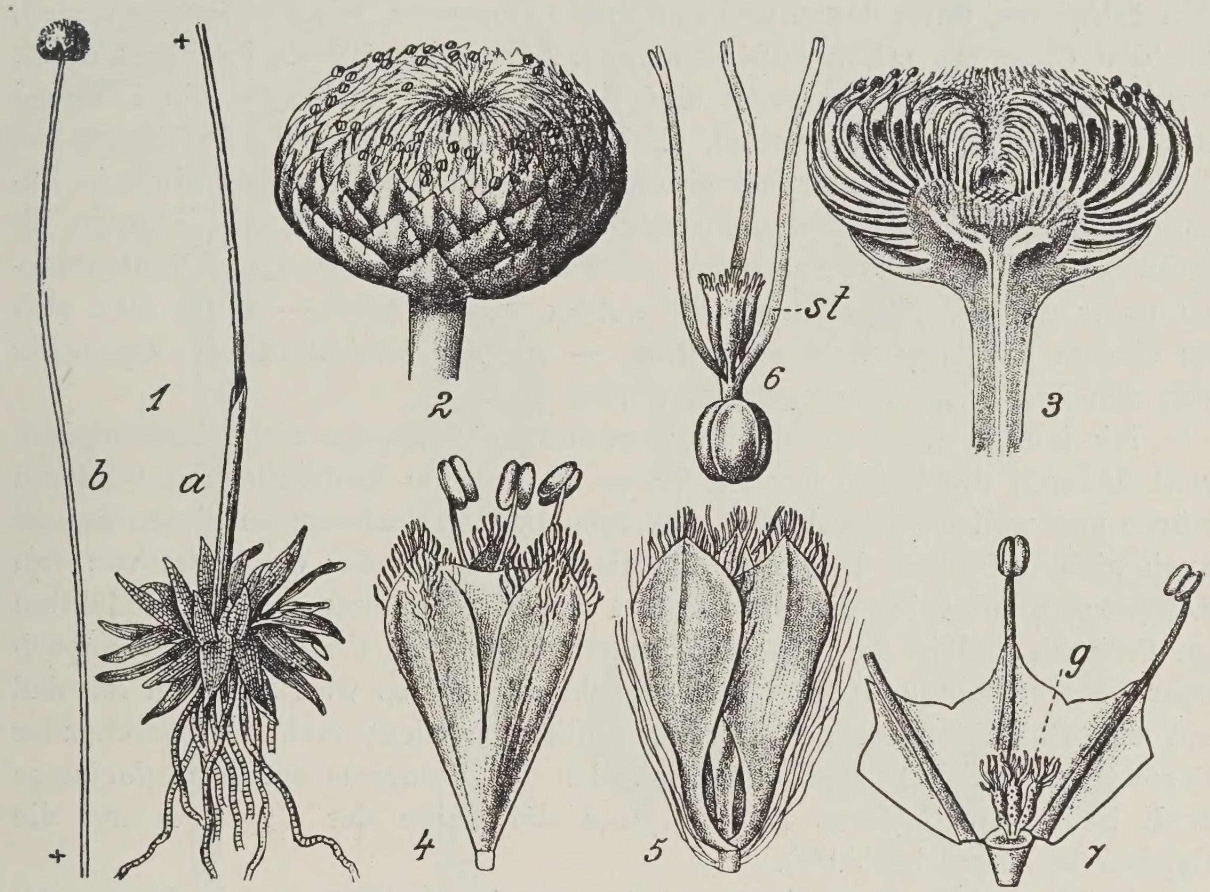


Abb. 622. *Eriocaulaceae.* — Fig. 1 *a* u. *b*. *Eriocaulon gibbosum*, ganze Pfl. — Fig. 2 u. 3. *Eriocaulon Kunthii*; Fig. 2 ganze Infl., Fig. 3 dieselbe längs durchschn. — Fig. 4—7. *Paepalanthus Regelianus*; Fig. 4 ♂ Blüte, Fig. 5 ♀ Blüte, Fig. 6 Gynöceum, *st* die Narben, Fig. 7 ♂ Blüte geöffnet mit Rudiment des Gynöceums. — Fig. 1 verkl., 2 u. 3 etwas, 4—7 stärker vergr. — Fig. 1, 4—7 nach Koernicke, 2 u. 3 Original.

bis 3blättrig oder fehlend. Staubgefäße 3—2. Fruchtknoten 3- bis 1fächerig, in jedem Fache mit 1 Samenanlage. Kapseln oder Schließfrüchte.

Blätter meist mit der Scheide den Stengel umfassend, manchmal mit Ligula. Stengel oft knotig gegliedert. Sicher anemogam.

Hauptverbreitung in Südafrika und Australien, einzelne Vertreter in Südamerika und Südostasien. — *Restio*, *Elegia*, *Leptocarpus*.

---

[59]) Hieronymus G., a. a. O., S. 3; Nachtr. III, S. 35. — Baillon H., Hist. d. pl., XII. — Gilg E., Beitr. z. vergl. Anat. d. xeroph. Fam. d. R. Bot. Jahrb., XIII., 1891. — Masters M. T., Restion. novae capens. herb. Berol. Bot. Jahrb., XXIX., 1900.

4. Reihe. *Cyperales.*

Blüten eingeschlechtig oder zwitterig. Perianth vollständig fehlend oder rückgebildet, wenigstens niemals korollinisch. Staubgefäße zumeist 3. Fruchtknoten oberständig, 1fächerig, mit einer grundständigen, anatropen Samenanlage. Frucht eine Nuß; Embryo mehr oder minder vom stärkemehlreichen Endosperm umschlossen. In weitaus den meisten Fällen ausgeprägt anemogam.

Im Bau der Samenanlage und des Samens nähern sich die *Cyperales* den *Liliiflorae*, unter denen sich Familien *(Juncaceae, Flagellariaceae)* finden, die den *Cyperales* schon außerordentlich nahestehen[60]). Es ist kaum daran zu zweifeln, daß die *Cyperales* eine Ausgliederung, und zwar ein Endglied des Liliiflorentypus darstellen, bei dem fortschreitende Anpassung an Anemogamie mit den morphologischen Eigentümlichkeiten der Blüte in Zusammenhang steht. In systematischer Hinsicht entsteht daher die Frage, ob nicht die *Cyperaceae* im Anschlusse an die beiden genannten Familien geradezu unter die *Liliiflorae* eingereiht werden sollen, oder — wenn man sich zu diesem Vorgange nicht entschließt — wie die Abtrennung der *Cyperales* von den *Liliiflorae* vorgenommen werden soll.

Ich konnte mich zu dem ersterwähnten Vorgange nicht entschließen, weil dadurch die Reihe der *Liliiflorae* zu sehr an Einheitlichkeit verlieren würde und weil die Klarstellung phylogenetischer Beziehungen diesen Schritt auch nicht erfordert. In bezug auf die Abgrenzung der *Cyperales* von den *Liliiflorae* glaubte ich die Grenze dort ziehen zu müssen, wo die Reduktion im Perianth und in der Zahl der Samenanlagen, die Umbildung der Kapsel- oder Beerenfrucht in eine einsamige Schließfrucht so weit gediehen ist, daß ein der Charakteristik den übrigen Liliifloren nicht mehr entsprechender Gesamtbau resultiert. Demgemäß habe ich die *Juncaceae* und *Flagellariaceae* noch bei den *Liliiflorae* belassen und die Reihe der *Cyperales* auf die *Cyperaceae* eingeschränkt[61]).

Durch analoge Reduktionserscheinungen in der Blüte und in der Frucht, dann in einer ganzen Reihe vegetativer Merkmale („Grashabitus") nähern sich die *Cyperales* den *Glumiflorae*, mit denen sie vielfach vereinigt werden. Es erscheint mir richtiger, dem verschiedenen Ursprunge und den wesentlichen morphologischen Verschiedenheiten durch Trennung der beiden Reihen Rechnung zu tragen.

Einzige Familie: **Cyperaceae**[62]). (Abb. 623.) Krautige Pflanzen, in der Regel mit sympodial gebauten Rhizomen, dreikantigen Stengeln und

---

[60]) Die Arten der Gattung *Juncus* weisen z. B. zum Teil dasselbe mechanische System wie die Cyperaceen, zum Teil jenes der Liliifloren auf; vgl. Buchenau F., Monogr. *Juncac.* Bot Jahrb., XII., 1890.

[61]) Vgl. auch Fritsch K. in Wiesner J., Organogr. u. Syst., 3. Aufl., 1909.

[62]) Pax F. in E. P., II. 2, S. 98, 1887; Nachtr., S. 47; Erghft. I, S. 7; Pilger in Nachtr. III, S. 22 u. die dort zitierte Lit.; Nachtr. IV, S. 21. — Palla E., Zur Kenntn. d. Gttg. *Scirpus*, Bot. Jahrb., X., 1889; in Wohlfarth R., Synopsis, S. 2515 ff.; Die Gttg. d. mitteleurop. *Scirpoideae*, Allg. bot. Zeitschr., VI. u. VII., 1900, 1901; Üb. d. morph. Wert der Blüte v. *Lipocarpha* u. *Platylepis*, Ber. d. deutschen bot. Ges., XXIII., 1905. — Rikli M.,

Abb. 623. *Cyperaceae.* — Fig. 1—4. *Carex tomentosa*; Fig. 1 männlicher, Fig. 2 weiblicher Blütenstand; Fig. 3 ♀ einblütiges Ährchen mit dem nach rückwärts gewendeten Deckblatt des Ährchens und dem vorne stehenden, den Fruchtknoten als „Utriculus" einhüllenden Deckblatte der einzigen Blüte; Fig. 4 ♂ Blüte mit Deckblatt. — Fig. 5. Blüte von *Scirpus radicans.* — Fig. 6. Frucht von *Carex rostrata*, vom Utriculus umgeben. — Fig. 7. Androgynes Ährchen von *Elyna Bellardii* mit einer ♀ und einer ♂ Blüte; *u* Deckblatt der ♀, *d* Deckblatt der ♂ Bl. — Vergr. — 1—4 Original, 5—7 nach Hegi.

Beitr. z. vergl. Anat. d. Cyp. Jahrb. f. wissensch. Bot., XXVII., 1895. — Spinner H., L'anatom. fol. d. *Carex* suisses. Dissert. Zürich, 1903. — Holm Th., Stud. in the *Cyp.* Am. Journ. Sc., von 1903 ab. — Kaphahn S., Beitr. z. Anat. d. *Rhynchosp.*-bl. u. z. Kenntn. d. Verkieselungen. Beih. Bot. Zentralbl., XVIII., 1905. — Husnot T., Cyp. Descr. et Fig. etc. Cahan 1905. — Fernald M. L., The northameric. spec. of *Erioph.* Rhodora, VII., 1905. — Plowman A. B., The comp. anat. and phylog. of the Cyperac. Ann. of Bot., XX., 1906. — Kükenthal G., *Cyperaceae-Caricoid.*, in Engler A., Das Pflanzenr., IV. 20, 1909, mit allgem. Teil von F. Pax. — Heilborn, Zur Embryol. u. Zyt. einig. *Carex*-Arten. Sv. bot. Tidskr., XII., 1918. — Pfeiffer H., Conspect. Cyperac. in Amer. merid. nasc. Rep. spec. nov., XVII., 1921; Vgl. Anat. d. Bl. d. *Lagenocarpus*-Art. Beih. bot. Zentralbl., Band XXXIX., 1923.

grasähnlichen Blättern, deren Scheiden geschlossen (selten offen) sind. Blüten in ährenähnlichen Partialinfloreszenzen, die selten einzeln stehen, meist zu rispen-, köpfchen- oder ährenähnlichen Blütenständen vereinigt sind, zwitterig oder eingeschlechtig. Perianth nur selten aus sechs Blättchen bestehend, meist in Form und Zahl reduziert oder ganz fehlend; manchmal steht ein Kranz ± zahlreicher haarförmiger Bildungen an Stelle des Perianths (Abb. 623, Fig. 5). Staubgefäße 3, seltener mehr oder weniger; Antheren am Grunde befestigt. Fruchtknoten oberständig, 1fächerig, wahrscheinlich 2- bis 3blättrig, mit 1 Griffel und 2—3 Narben. 1 grundständige, anatrope Samenanlage. Frucht eine Nuß. Embryo axil, wenigstens teilweise vom Nährgewebe umschlossen.

Ausläuferbildung am Rhizome häufig; Spreizklimmer mit borstigen Blättern u. a. in der Gattung *Scleria*. Die häufigste Blattstellung ist $^1/_3$, doch kommen auch andere

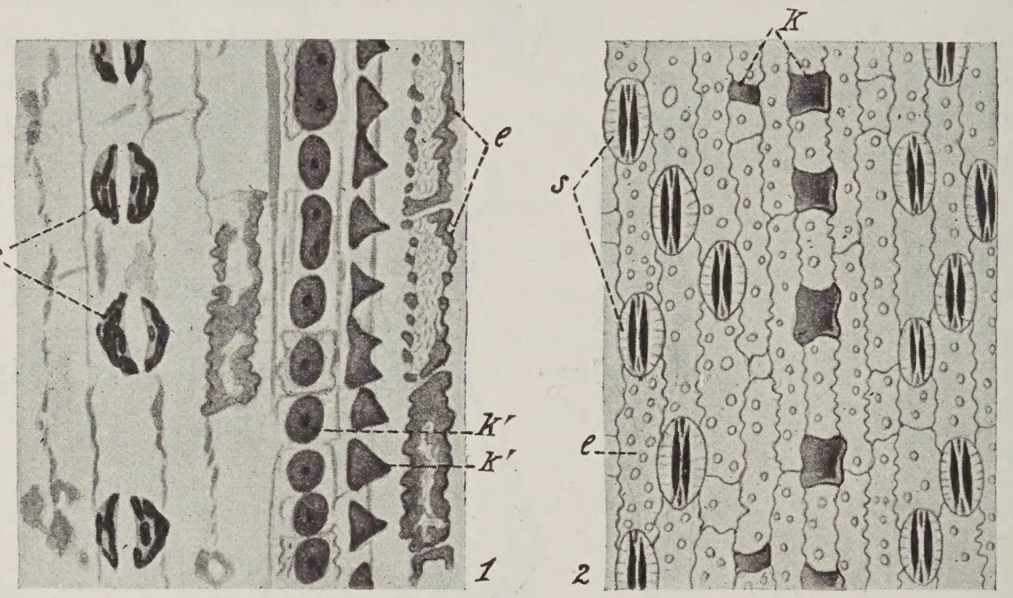


Abb. 624. Aschenbilder von Epidermis-Stücken von Cyperaceen (*Carex*, Fig. 1) und Gramineen (*Bambusa*, Fig. 2). — *s* Spaltöffnungen, *k* Kieselkurzzellen, *k'* Kieselkegelzellen. — 285fach vergr. — Nach Molisch.

Stellungen vor. Die „Ährchen" sind entweder razemös (?) oder zymös („Scheinährchen") gebaut. Die Deckblätter umgeben bei vielen *Caricoideae* die einzelnen ♀ Blüten und Früchte als schlauchförmige Bildungen („Utriculus", vgl. Abb. 623, Fig. 3 und Fig. 7 *u*). Vereinigung mehrerer Einzelblüten zu einem blütenähnlichen Pseudanthium bei *Chrysithrix* (Kap) u. a.; ob auf ähnliche Weise die Blüten mit vermehrten Gliedern (Staubgefäße bis 20, Griffeläste bis 8) von *Evandra* (Australien) u. a. entstanden sind oder ob diese echte Blüten sind, bleibt festzustellen. Anemogamie ganz allgemein; bei einzelnen Arten Entomogamie, so z. B. bei *Carex baldensis* (Alpen), *Dichromena*-Arten, z. B. *D. ciliata* (Zentralamerika), *Rhynchospora*-Arten u. a. Die Infloreszenzen werden bei diesen durch korollinische Hochblätter auffallend. Charakteristische Art der Pollenbildung: Innerhalb der Mutterzelle entstehen 4 Kerne, von denen 3 degenerieren, dadurch wird die Mutterzelle direkt zum Pollenkorn.

Zur Unterscheidung von Cyperaceen-Fragmenten von Gramineen-Stücken eignen sich besonders Aschenbilder[63]) der Epidermis (bei *C.* verkieselte „Kegelzellen", bei *G.* Kieselkurzzellen, vgl. Abb. 624).

[63]) Vgl. Molisch H., Aschenbild u. Pflanzenverw. Sitzb. Akad. Wiss. Wien, 129. Bd., 1920.

Große Verbreitung, häufig an feuchten Standorten.

Die Systematik der Familie ist infolge der geringen habituellen und grobmorphologischen Unterschiede schwierig; daher geht in neuerer Zeit das Bestreben dahin, bei der systematischen Einteilung den anatomischen Bau mehr zu berücksichtigen; vgl. die zitierten Arbeiten von Palla und Rikli.

A. **Scirpoideae.** Blüten zwitterig, in reich-(5—∞-)blütigen Ährchen (ob razemös?). — Große Gattungen: *Cyperus*, *Kyllingia*, *Scirpus*, *Eleocharis*, *Fimbristylis.* — Die Wurzelknollen von *Cyperus* (*Chlorocyperus*) *esculentus* (Mittelmeergebiet und Afrika) werden gegessen („Erdmandeln") und liefern auch ein Kaffeesurrogat; die Rhizome mehrerer Arten enthalten ein ätherisches Öl und werden zum Parfümieren verwendet; die Halme von *C.* (*Chlorocyperus*) *Papyrus* (trop. Afrika, im Mittelmeergebiet eingebürgert), lieferten den alten Ägyptern, Griechen und Römern Papier (Marklamellen, welche mit Kleister verbunden wurden).

B. **Rhynchosporoideae.** Blüten zwitterig oder eingeschlechtig in arm-(1—5-)blütigen, ährchenähnlichen Zymen (Scheinährchen). — *Eriophorum*, Wollgras, besitzt einen Haarkranz an Stelle des Perianths, welcher bei der Fruchtreife heranwächst und einen Flugapparat bildet. Große Gattungen: *Schoenus*, *Cladium*, *Rhynchospora*, *Scleria*; letztere mit steinharten, weißglänzenden Früchten. — *Schoenodendron*, bis 1·5 *m* hoch, baumartig verzweigt, in Kamerun.

C. **Caricoideae.** Blüten eingeschlechtig. — Große Gattungen: *Uncinia*, *Carex.* Arten der Gattung *Carex* in extratropischen Gebieten der ganzen Erde, vielfach wesentliche Bestandteile wiesenartiger Formationen. In Gärten, besonders mit weißgestreiften Blättern, *C. Morrowii* (als *C. japonica*), *C. brunnea* (als *C. gracilis*) u. a.

5. Reihe. *Glumiflorae.*

Blüten zwitterig, seltener eingeschlechtig. Perianth vollständig fehlend oder sehr stark rückgebildet. Staubgefäße zumeist 3. Fruchtknoten oberständig, 1fächerig mit einer atropen oder schwach kampylotropen Samenanlage. Frucht eine Schließfrucht; Embryo dem stärkemehlreichen Endosperm seitlich anliegend.

Die Reihe der *Glumiflorae* schließt sich entwicklungsgeschichtlich jener der *Enantioblastae* innig an, und bei diesen findet sich in der Familie der *Restionaceae* ein Formenkreis, welcher morphologisch dem der *Gramineae* schon sehr nahe kommt. In bezug auf die systematische Behandlung der *Glumiflorae* gilt etwas Analoges, wie oben (S. 888) über die Abgrenzung der *Cyperales* von den *Liliiflorae* gesagt wurde.

Die *Glumiflorae* stellen entwicklungsgeschichtlich zweifellos ein Endglied dar, das durch Vermittlung der *Enantioblastae* auf den *Liliiflorae*-Typus zurückzuführen ist; mit den im folgenden besprochenen Reihen stehen sie in keinen Beziehungen.

Einzige Familie: **Gramineae**[64]). (Abb. 625 bis 630.) Vorherrschend krautige, aber auch strauchförmige, ja selbst baumförmige Pflanzen, zumeist

---

[64]) Hackel E. in E. P., II. 2, S. 1887; Nachtr., S. 39; Erghft. I, S. 3 u. II, S. 12 (Pilger) und die dort zitierte Literatur; Nachtr. IV, S. 11. — Hackel E., Zur Biol. d. *Poa annua.* Öst. bot. Zeitschr., 1904. — Renner W., Beitr. z. Anat. u. Mech. tord. Grannen bei Gr. Dissert. Breslau 1900. — Murbeck S., Contrib. à la conn. d. Gram. d. l. fl. du Nord-ouest de l'Afrique. Acta Univ. Lund., 39., 1901. — Ward H. M., Grasses, a Handbook for use in the field and lab. Cambridge, 1901. — Holm Th., Some new anat. char. f. cut. Gram., Beih. bot. Zentralbl., 1901; Studies in the Gram. VIII., Bot. Gaz., 1905. — Guignard L., La double fécond. d. l. Mais. Journ. de Bot., 1901. — Stapf O., On the fr. of *Melocanna*

mit Rhizomen, mit knotigen, oft zwischen den Knoten hohlen, meist stielrunden Stengeln. Blätter meist schmal und relativ lang, mit den Stengel umfassender, offener oder geschlossener Scheide, mit Ligulabildung zwischen Spreite und Scheide, zweizeilig gestellt. Blüten ein- oder zweigeschlechtig, in Ährchen, das sind ährenförmige Partialinfloreszenzen (Abb. 625, Fig 3), die selbst wieder zu ähren-, trauben- oder rispenförmigen Gesamtblütenständen vereinigt sind. In den Ährchen sind die die einzelnen Blüten stützenden Hochblätter meist zweizeilig angeordnet; die untersten (meist 2, seltener 1 oder mehr) tragen in den Achseln keine Blüten und werden Hüllspelzen (glumae) (Abb. 625, Fig. 3*h*) genannt. Jede Blüte steht in der Achsel eines Deckblattes, der Deckspelze (palea inferior) (Abb. 625, Fig. 4*d*); an dem Blütenstiele steht der Deckspelze gegenüber die zweikielige Vorspelze (palea superior) (Fig. 4*o*). Es folgen zumeist 2 der Deckspelze zugewendete zweispaltige Blättchen, die Lodiculae (Abb. 625, Fig. 5 u. 6*l*), welche als Schwellkörper beim Öffnen der Blüte eine Rolle spielen. Manch-

---

bambusoides an endospermless viviparous gen. of. Gram., Journ. of Bot., XL., 1902; Transact. Linn. Soc., Bot., sér. 2., VI., 1904; The oil-grasses of Ind. a. Ceyl. Bull. misc. inf. Kew, 1906. — Guerin P., Développem. et struct. anat. du fr. et de la gr. des Bamb. Journ. de Bot., XVII., 1903. — Lohauss K., Der anat. Bau d. Laubbl. d. Festucac. Biblioth. Bot., Heft 63, 1905. — Pammel L. H., Ball C. R., Lamson-Scribner F., The grasses of Jowa. Jowa Geol. Surv. Bull., 1904 (1905). — Tannert P., Entw. u. Bau von Blüte u. Fr. v. *Avena sat.* Dissert. Zürich, 1905. — Tschermak E., Die Roggenblüte künstlich auslösbar. D. landw. Presse, XXXI., 1905. — Chrysler M. A., The nodes of grasses. Bot. Gaz., 41., 1906. — Zemann M., Die syst. Bed. d. Blattb. d. mitteleur. *Aira*-Arten, Öst. bot. Zeitschr., 1906. — Hutchinson W., Handb. of grasses. London 1906. — Schweinfurth G., Die Entd. d. wild. Urweizens in Palästina, Ann. serv. antiq. Egypt., 1906; vgl. auch in Ber. d. deutsch. bot. Ges., Bd. XXVI a, 1908. — Lehmann E., Über d. Bau u. die Anord. d. Gelenke der Gram. Diss. Straßburg, 1906. — Piper Ch. V., N. Am. spec. of *Festuca.* Contr. U. S. Nat. Herb., X., 1906. — Chase A., Notes on gen. of *Paniceae.* I—IV. Proc. biol. Soc. Wash., XIX., 1906; XXI., 1908; XXIV., 1911. — Vierhapper F., Zur Syst. d. Gttg. *Avena.* Verh. zool.-bot. Ges. Wien, 1906. — Schenck M., Üb. d. sog. Hüllspelzen v. *Hordeum* u. *Elymus.* Bot. Jahrb. f. Syst. usw., XL., 1907. — Domin K., Monogr. d. Gttg. *Koeleria.* Bibl. bot., 65. Heft, 1907. — Gordon W. J., Manual of Brit. Grasses. London 1907. — Béguinot A., Revis. d. *Glyceria* d. sez. *Atropis* usw. Bull. soc. bot. Ital., 1908. — Lindhard E., On amphicarp. in *Sieglingia decumb.* and *Danthonia breviarist.* Bot. Tidskr., XXIX., 1908. — Lindman C. A. M., Üb. d. floral. Syndimorph. einig. Festuc. Ark. f. Bot., VIII., 1909. — Mattai G. E. e Tropea C., Ric. e studi s. g. *Eragrostis* in rapp. ai nett. estranuz. Contr. biol. veg. Palermo, IV., 1909. — Kuwada Y., On the developm. of the pollen and the embryosac etc. of *Oryza*, Bot. Mag. Tokyo, XXIII., 1909; A cytol. study of *Oryza*, a. a. O., XXIV., 1910. — Rippa G., Un org. partie delle Ciperac. e d. Gramin. Bull. Orto bot. Nap., II., 1909. — Ball C. R., Hist. and distrib. of *Sorghum.* Bull. dept. agric. Wash., 1910. — Lamson-Scribner F. a. Merrill E. D., The grasses of Alaska. Contr. U. S. Nation. Herb., XIII., 1910. — Schuster J., Üb. d. Morphol. d. Grasblüte, Flora, 100. Bd., 1910. — Aaronsohn A., Über d. in Palästina u. Syr. wildwachsend aufgef. Getreidearten. Verh. d. zool.-bot. Ges. Wien, LIX. Bd., 1910. — Zuderell H., Üb. d. Aufblühen d. Gräser. Sitzb. d. Wiener Akad., CXVIII., 1910. — Bally W., Chromosomenz. b. *Triticum* u. *Aeg.* Ber. d. d. b. Ges., XXX., 1912. — Schaffner J. H., A revis. taxon. of the grass. Ohio Nat., XII., 1912. — Worsdell W. C., The morphol. of the monoc. embryo etc. Ann. of Bot., XXX., 1916. — Weatherwax P., Morph. of the flow. of *Zea*, Bull. Torr. bot. Cl., 43., 1916; The devel. of the spikel. of *Zea*, l. c., 44., 1917. — Baenchly, On the stength. a. dev. in the grain of Wheat. Ann. of Bot., XXIII., 1919.

mal ist noch ein drittes derartiges Blättchen an der der Vorspelze zugewendeten Seite vorhanden; in einzelnen Fällen ist die Zahl noch größer. Staubgefäße 3 (seltener weniger oder mehr); Antheren am Rücken befestigt. Fruchtknoten oberständig, 1fächerig, wahrscheinlich 2- bis 3blättrig (vgl. Abb. 625, Fig. 7), mit 1—3 Griffelästen oder Narben. Samenanlage 1, herabhängend, gerade oder schwach gekrümmt. Frucht eine Karyopse (Samen innig mit der Fruchtschale verwachsen), seltener beerenartig. Embryo seitlich dem stärkereichen Nährgewebe anliegend und

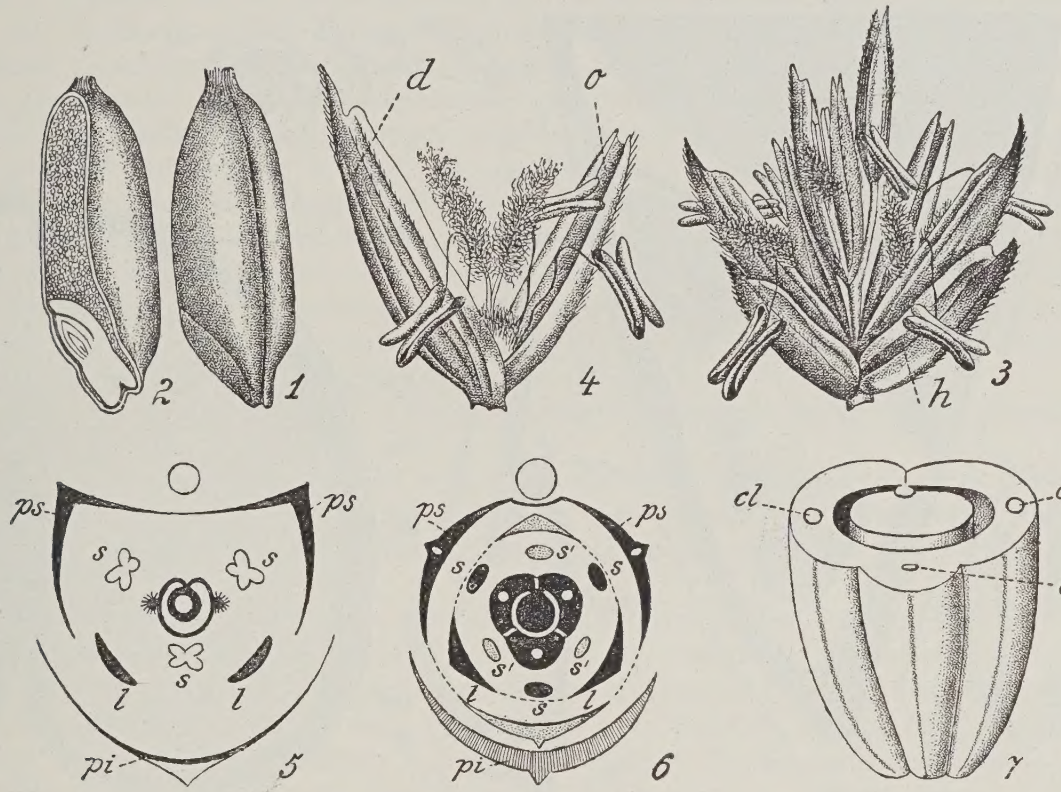


Abb. 625. *Gramineae*. — Fig. 1—4. *Triticum sativum*; Fig. 1 Frucht; Fig. 2 dieselbe längs durchschn.; Fig. 3 Ährchen, *h* Hüllspelze; Fig. 4 Blüte mit der Deckspelze *d* und der Vorspelze *o*. — Fig. 5. Empirisches Diagramm des gewöhnlichen Typus der Gramineenblüte. — Fig. 6. Theoretisches Diagramm desselben Typus; die im empirischen Diagramm fehlenden Teile punktiert; *pi* Palea inferior, Deckspelze (Deckblatt), *ps* Palea superior, Vorspelze (Blätter des äußeren Perianthkreises), *l* Lodiculae (Blätter des inneren Perianthkreises), *s* äußerer, *s'* innerer Staubgefäßkreis. — Fig. 7. Schema eines quer durchschnittenen Fruchtknotens; *cl* laterale Fruchtknotenbl., *cd* dorsales Fruchtknotenbl. — Vergr. — Fig. 1—4 nach Luerssen, 5 nach Eichler, 6 u. 7 nach Schuster.

mit schildförmiger, dem Nährgewebe aufliegender Verbreiterung (Scutellum) des Keimblattes (vgl. Abb. 626, Fig. 1 *sc*).

Die Stengel der Gramineen sind (abgesehen von den *Bambuseae*) relativ selten im oberen Teil vegetativ verzweigt, dagegen treten Verzweigungen am Rhizom und im unteren Teil der Stengel sehr häufig auf (Rasenbildung); dabei durchbrechen die Zweigsprosse die Basis des Tragblattes (extravaginale Triebe) oder sie wachsen innerhalb derselben aus (intravaginal). Nicht hohle Halme besitzen u. a. *Zea Mays* und das Zuckerrohr. Die Membranen der Epidermiszellen enthalten sehr häufig Kieselsäure. Bemerkenswerte Abweichungen vom geschilderten Blütenbau: schraubige Stellung der Spelzen bei *Streptochaeta* (Südamerika), Fehlen der Hüllspelzen bei *Coleanthus*, Trennung der Vorspelze in 2 Blätter bei *Strepto-*

chaeta, besonders große Zahl der Staubgefäße bei *Ochlandra* (trop. Asien; bis 30), *Luziola* (Südamerika) u. a. Antipoden meist stark vermehrt. Anemogamie allgemein. Kleistogamie nicht selten, und zwar neben Chasmogamie oder konstant (*Hordeum distichum* f. *Zeocriton*, *H. murinum*, *Festuca*-, *Aristida*-Arten usw.) oder eigene kleistogame Infloreszenzen neben chasmogamen (so *Panicum clandestinum*, *Chloris clandestina* u. a.[65]). Die Deckspelzen sind sehr häufig begrannt, dabei steht die Granne entweder am Ende der Spelze oder am Rücken (dann entspricht der Endteil der Spelze der Ligula). Nicht selten sind die Früchte mit den Spelzen innig verbunden (beschalte Karyopsen, z. B. viele Gersterassen). Beerenartige Früchte bei Bambuseen; Früchte, deren Fruchtwand nicht mit dem Samen verwachsen ist, bei *Eleusine*, *Crypsis* u. a. Verbreitungsmittel der Früchte mannigfach. Meist zerfällt die

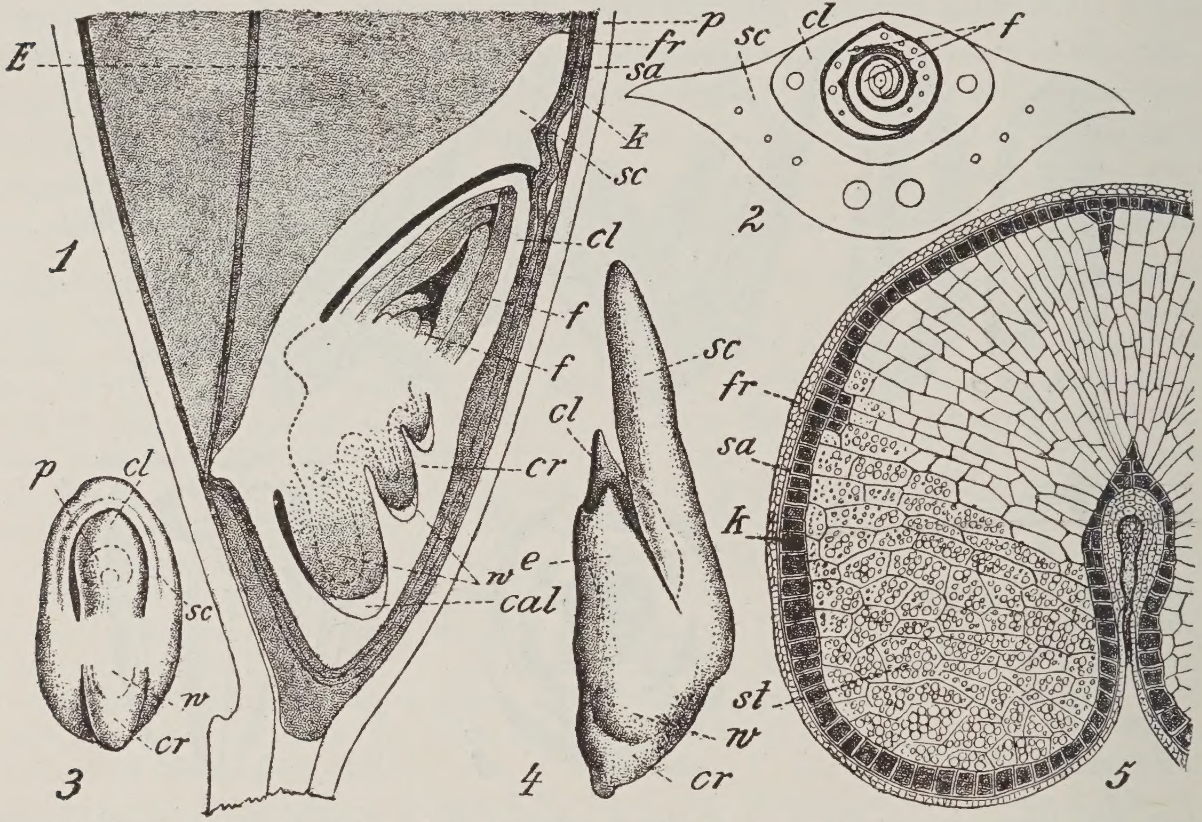


Abb. 626. *Gramineae.* — Fig. 1. Längsschn. d. d. unteren Teil der Frucht von *Hordeum vulgare.* — Fig. 2. Querschnitt durch den Embryo davon. — Fig. 3. Embryo von *Trachys mucronata.* — Fig. 4. Embryo von *Stipa juncea.* — Fig. 5. Stück eines Querschn. d. d. Fr. v. *Avena sativa.* — *p* Spelze (in Fig. 1; in Fig. 3 Plumula), *fr* Perikarp, *sa* Samenschale, *k* Kleberschichte, *st* stärkehältiger Teil des Endosperms, *sc* Scutellum, *cl* Coleoptile, *cr* Coleorrhiza, *f* Blattanlagen, *w* Wurzelanlagen, *cal* Wurzelhaube, *e* Epiblast. — Alle Fig. vergr. — Fig. 1 u. 2 nach Lermer, 3 u. 4 nach Bruns, 5 nach Harz.

Gesamtinfloreszenz, indem ganze Ährchen oder die Einzelblüten mit Deck- und Vorspelze abfallen, oder die Infloreszenzachse zerfällt (bei den kultivierten Zerealien ist das Erhaltenbleiben der Ährenachse eine Folge der Züchtung!); die Spelzen, Achsenstücke oder sterilen Blüten fungieren dann als Klett- oder Flugorgane, besonders wenn sie lang behaart sind (*Phragmites*, *Saccharum* u. a.). Bei *Stipa*- und *Aristida*-Arten fungiert die lange, behaarte Granne als Flugorgan (Abb. 629, Fig. 19). Grannen spielen mehrfach infolge hygroskopischer Krümmungen eine Rolle beim Einbohren der Früchte in die Erde, so bei *Stipa*-, *Avena*-, *Aristida*-Arten. Ausbildung von Adventivsprossen an Stelle der Blüten als vegetative Fortpflanzungsorgane mehrfach (*Poa bulbosa*, *P. stricta*, *P. alpina*, *Festuca ovina* u. a.)[66]).

[65]) Vgl. Hackel E., Über Kleistogamie bei Gräsern. Öst. bot. Zeitschr., 1906.

[66]) Vgl. Schuster J., Üb. d. Morph. d. Grasblüte. Flora, 100. Bd., 1910 und die dort zit. Literatur.

Am Embryo (vgl. Abb. 626, Fig. 1—4) läßt sich außer dem dem Keimblatte angehörenden, als Saugorgan fungierenden Scutellum, der Plumula und der Wurzelanlage ein die Plumula umhüllendes Gewebe, die Coleoptile, ferner ein die Wurzelanlage umhüllendes Gewebe, die Coleorrhiza, endlich manchmal ein dem Scutellum gegenüberliegendes, schuppenförmiges Gebilde, der Epiblast unterscheiden. Coleoptile und Coleorrhiza wachsen bei der Keimung oft bedeutend heran und werden dann von der Plumula, bzw. der Wurzel durchbrochen. Die Deutung dieser Bildungen ist eine sehr verschiedene, doch dürfte es sich um Teile der Keimblattscheide handeln[67]). Die peripheren Zellagen des Endosperms sind häufig eiweiß- und fettreich (Kleberschichte — Abb. 626, Fig. 5).

In der Deutung der Blütenteile gehen die Ansichten weit auseinander. So sei hier nur z. B. erwähnt, daß nach Celakovský die Vorspelze genetisch zwei Blättern entspricht und daß diese mit einem gelegentlich beobachteten dritten, gegen die Deckspelze hin gelegenen Blatte das äußere Perianth darstellen. Demgegenüber wird gewöhnlich die Vorspelze als Vorblatt aufgefaßt (was immerhin noch die Deutung zuläßt, daß die Vorspelze genetisch aus 2 Blättern hervorgegangen ist). Noch weiter gehen die Ansichten in der Deutung der Lodiculae auseinander. Hackel faßt sie als weitere Vorblätter auf, wobei die zumeist vorhandenen 2 Lodiculae einem Vorblatte entsprechen; andere Autoren trachteten (allerdings in sehr verschiedener Weise) die Lodiculae auf Teile des Perianthiums zurückzuführen. Nach neueren Untersuchungen von Schuster stellt die „Vorspelze" den äußeren Perianthkreis dar und entspricht in den meisten Fällen 2 miteinander verbundenen Blättern desselben; die Lodiculae sind Blätter des inneren Perianthkreises (vgl. Abb. 625, Fig. 6). Diese Auffassung scheint mit allen Tatsachen am besten im Einklange zu stehen.

Über die Möglichkeit der leichten Unterscheidung der Epidermis der Gramineen von jener der *Cyperaceae* vgl. S. 890.

Die Gramineen sind über die ganze von Blütenpflanzen bewohnte Erde verbreitet, vielfach, so in Steppen, Savannen, auf Wiesen, sind sie geradezu tonangebend. Einzelne Arten, wie *Phragmites communis*, sind kosmopolitisch, andere durch den Menschen überallhin verbreitet, z. B. *Poa annua*.

Die Systematik der Familie bereitet große Schwierigkeiten. Bei mehreren Gruppen wurde schon mit Erfolg der histologische Bau für die Systematik verwertet. Die folgende Übersicht stützt sich auf die Anschauungen von Bessey und Schellenberg[68]):

Als Gramineen, welche dem Grundtypus am nächsten stehen, dürften jene aufzufassen sein, bei welchen Blüten mit $\pm$ vollständigen Wirteln und vielblütige Ährchen vorkommen. Als solche erscheinen zunächst die Bambuseen. Durch zumeist 6 Staubgefäße in jeder Blüte stehen auch die Oryzeen dem Grundtypus nahe, wenn sie auch durch 1blütige Ährchen stärker abgeleitet sind, als die Bambuseen. *Bambuseae* und *Oryzeae* dürften dabei selbständige Entwicklungsreihen darstellen. Die übrigen Gruppen lassen sich zu einander in genetische Beziehungen bringen. Die *Festuceae* erscheinen als relativ ursprünglich durch mehrblütige Ährchen. Von diesen lassen sich ableiten: die *Hordeeae* durch Reduktion der Blütenrispe zur Ähre, die *Aveneae* durch Rückbildung der Endblüte, die *Agrostideae* durch einblütige Ährchen. Nach einer anderen Richtung gehen von den *Festuceae* die *Phalarideae*, *Paniceae* und *Androgogoneae* aus; hier tritt Verkümmerung der Basalblüten der Ährchen auf. Die *Mayideae* mit eingeschlechtigen, in getrennten Infloreszenzen stehenden Blüten, erscheinen als die am stärksten abgeleitete Gruppe.

---

[67]) Vgl. die Literatur in Bruns E. in Flora, 76. Bd., Erg.-Bd. 1892. — Ferner Goebel K., Organogr., II., S. 601, 1898.

[68]) Bessey E. A., The Phylog. of the Gram., 19. Ann. Rep. Michigan Acad. Sc., 1917. — Schellenberg G., Die system. Gliederung der Gram., Botan. Arch., I., 1822. — Vgl. ferner: Fritsch R. in Wiesner J., Organogr. und System., 3. Aufl., 1909; Stapf O. in Flora capensis, VII., 1899 u. 1900 (Bemerkenswerter Versuch einer schärferen Präzisierung der Tribus, verbunden mit einer Vermehrung der Zahl derselben); Ascherson P. und Graebner P., Synopsis, II., 1., 1898—1902; Lamb, The Phylog. of G. The plant World, XV., 1922.

Abb. 627. *Gramineae.* — Fig. 1—18. Ährchen, *h* bedeutet stets Hüllspelzen, *st* sterile Blüten. — Fig. 1. *Oryza sativa.* — Fig. 2. ♂, Fig. 3 ♀ Ährchen v. *Zea Mays.* — Fig. 4. *Phleum pratense.* — Fig. 5. *Arundo Donax.* — Fig. 6. *Digitaria ciliaris.* — Fig. 7. *Festuca duriuscula.* — Fig. 8. *Setaria verticillata.* — Fig. 9. *Lolium perenne.* — Fig. 10. *Poa pratensis.* — Fig. 11. *Briza media.* — Fig. 12. *Apera Spica-venti.* — Fig. 13. *Avena sativa.* — Fig. 14. *Andropogon halepensis.* — Fig. 15. *Secale cereale.* — Fig. 16. *Hordeum vulgare.* — Fig. 17. *Deschampsia caespitosa.* — Fig. 18. *Stipa pennata.* — Fig. 19. Frucht von *Stipa pennata.* — Fig. 1—18 vergr., 19 nat. Gr. — Fig. 1—18 nach Nees, 19. Original.

a) Bambuseae. Halme meist verholzend und häufig verzweigt. Blattspreiten sich von den Blattscheiden ablösend. Ährchen 2—vielblütig. Staubgefäße 3—6. Hierher gehören die größten Formen, welche sich unter den Gramineen über-

Abb. 628. *Gramineae.* — Bambusbestand (*Dendrocalamus giganteus*) im botanischen Garten zu Peradeniya (Ceylon). — Nach einer käuflichen Photographie.

haupt finden (Abb. 628). Vorherrschend in den Tropen, doch auch in subtropische Gebiete vordringend; vielfach eine hervorragende Rolle im Landschaftsbilde spielend. Manche Arten sind Spreizklimmer und treiben lange Schößlinge, welche mit sternförmig gruppierten, steifen Ästen besetzt sind.

Auffallend ist das seltene Blühen mancher Arten und anderseits der Umstand, daß manchmal fast sämtliche Individuen einer Art in einem Gebiete gleichzeitig zur Blüte gelangen. Die Bambuseen mit dickeren, verholzenden Stämmen finden bei den Bewohnern der betreffenden Länder eine ganz außerordentlich vielseitige technische Verwendung[69]). Auch die Früchte mehrerer Arten werden, ähnlich wie Reis, als Nahrungsmittel verwendet. Manche Arten mit dicken Stämmen sammeln in den hohlen Internodien reichlich Wasser, das als Trinkwasser verwendet wird, doch ist bei den Formen mit borstiger Behaarung des Stengels darauf zu achten, daß diese Haare nicht in das Wasser gelangen. Unter dem Namen „Tabaschir" sind Kieselsäure-Konkretionen seit lange bekannt, welche in den Hohlräumen der Stengel einiger Arten sich finden (z. B. *Bambusa arundinacea*). Nach dem Ausglühen erscheinen dieselben als chalcedonartige Massen („kalziniertes Tabaschir"). — Größte Gattungen: *Arundinaria, Chusquea, Bambusa* u. a. — Einzelne Arten werden auch in extratropischen Gebieten als Ziergräser gepflanzt, so besonders *Arundinaria Simonii* (China, Japan), *A. Nagashima* (Japan), *A. auricoma* (China, Japan), *Phyllostachys nigra* (China, Japan), *Ph. viridi-glaucescens* (Japan) u. a.

b) *Oryzeae.* Ährchen einblütig, von der Seite zusammengedrückt. Staubgefäße oft 6. — *Oryza sativa*, Reis (Abb. 627, Fig. 1). In mehreren Rassen in den meisten wärmeren Gebieten an wasserreichen Stellen kultiviert (Abb. 629). Heimat wahrscheinlich trop. Asien. Höchst selten verwildert[70]). — *Zizania aquatica*, „Tuscarora-" oder „Indianerreis". An Fluß- und Seeufern Nordamerikas und Nordostasiens. Wichtiges Nahrungsmittel der Eingeborenen. — *Lygeum spartum* (Spanien, Algier) mit binsenartigen Blättern, liefert einen Teil des „Esparto", der „Espartofaser". Verwendung zu Flechtarbeiten, in der Papierfabrikation usw.

c) *Festuceae.* Ährchen 2—vielblütig in Rispen, selten in Trauben oder Ähren. Deckspelzen länger als die Hüllspelzen, unbegrannt oder an der Spitze begrannt. — Große Gattungen: *Triodia, Eragrostis, Melica, Poa* (Abb. 627, Fig. 10), *Festuca* (Abb. 628, Fig. 7), *Bromus.* — *Cortaderia Selloana*, Pampasgras, viel gezogenes Ziergras (Südamerika). — *Phragmites communis*, Schilfrohr, weit verbreitet, in Sümpfen, stehenden Wässern usw. Die Halme finden vielfache technische Verwendung zu Matten, Wandverkleidungen, Flechtwerken usw. Ähnliche Verwendung findet *Arundo Donax*, das italienische Rohr (Abb. 627, Fig. 5) (Mittelmeergebiet, häufig in wärmeren Ländern kultiviert). — *Gynerium sagittatum* (Südamerika) liefert Halme zu techn. Verwendung und Infloreszenzen, die für Trockensträuße in den Handel kommen. — Futtergräser: *Briza media*, Zittergras (Abb. 627, Fig. 11) (Europa), *Dactylis glomerata*, Knäuelgras (Europa, Asien, sonst eingeführt), *Cynosurus cristatus*, Kammgras (Europa), *Poa pratensis*, Wiesenrispengras (Europa, Nordafrika, Asien, Nordamerika), *Bromus*-(Trespe-)Arten u. a.

d) *Hordeeae.* Ährchen in 2 gegenüberstehenden Reihen eine gleichseitige Ähre bildend, ein- bis vielblütig; Deckspelze oft lang begrannt. — Hierher gehören die wichtigsten mehlliefernden Gramineen der extratropischen Gebiete, u. a.: *Triticum sativum*, der Weizen[71]) (Abb. 625, Fig. 1—4), *Secale cereale*, der

---

[69]) Vgl. z. B. Spörry H., Die Verwendung des Bambus in Japan. Zürich 1903 und die Zeitschrift „Le Bambou", herausg. v. J. Houzeau de Lahaie, Mons. — Camus E. G., Les Bambusées. Paris 1913.

[70]) Bachmann C., Der Reis, Geschichte, Kultur usw. Tropenpflanzer, XIII., Beih., 1912.

[71]) Schulz A., Die Gesch. d. kult. Getr., Halle, 1910; Die Abstammg. d. Weizens, Mitt. natf. Ges. Heidelberg, I., 1912; Mitt. Thüring. bot. Ver., XXXIII., 1916. — Larionow D., Einig. Bem. üb. d. Genesis d. Kulturf. d. Gttg. *T.* Bull. angew. Bot. VII., 1914. — Thellung A. in Naturw. Wochenschr., 1918. — Schiemann E. in Die Naturwissensch., X., 1922.

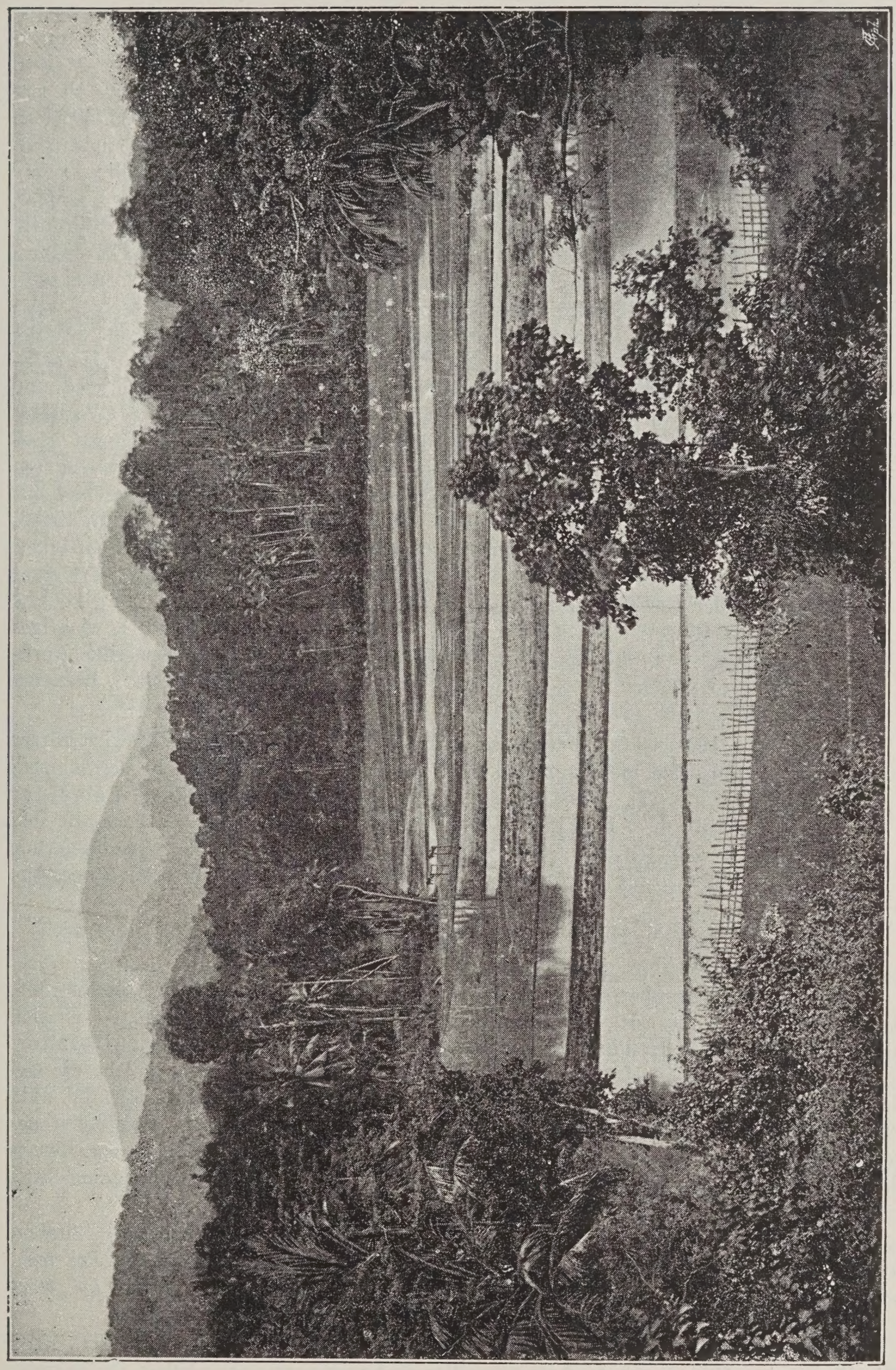


Abb. 629. *Gramineae.* — Reisfelder (Savah) bei Buitenzorg auf Java. — Nach einer Photographie.

Roggen, das Korn[72]) (Abb. 627, Fig. 15), und *Hordeum vulgare*, die Gerste[73]) (Abb. 627, Fig. 16); alle werden in zahllosen Formen[74]) kultiviert; die angeführten Namen sind Sammelnamen weitesten Umfanges. Die am häufigsten kultivierten Formen der 3 Pflanzen lassen sich in folgender Weise unterscheiden: *Hordeum* hat 1blütige Ährchen, die zu dreien beisammen stehen, *Secale* 2-(selten 3-)blütige, *Triticum* meist mehrblütige Ährchen. *Secale* ist von *Triticum* wieder durch die pfriemlichen (nicht eiförmigen), 1nervigen Hüllspelzen zu unterscheiden. — Die hier unter dem Namen *Triticum sativum* zusammengefaßten Kulturformen des Weizen werden jetzt 3 Arten zugezählt: 1. dem *T. monococcum*, Einkorn (zurückführbar auf die Wildform *T. aegilopoides*, Südosteuropa u. Südwestasien); 2. dem *T. dicoccum*, Emmer (Wildform *T. dicoccoides*, Syrien, Persien) mit den Rassen *T. durum*, Glasweizen *T. turgidum*, englischer Weizen und *T. polonicum*, polnischer Weizen; 3. dem *T. Spelta*, Dinkel oder Spelz (Wildform?) mit den Rassen *T. compactum*, Zwergweizen und *T. vulgare*, gewöhnlicher Weizen. — Die kultivierten Gerstenformen verteilen sich auf 2 Arten, auf das *Hordeum distichum*, zweizeilige Gerste (Wildform *H. spontaneum*, Nordafrika und Südwestasien) und auf das *H. vulgare*, mehrzeilige Gerste (Wildform vermutlich *H. ischnatherum*, Nordafrika, Vorderasien) mit den Rassen *tetrastichum* und *hexastichum*. — Die Roggenrassen gehören dem *S. cereale* an, dessen Wildform wohl *S. montanum* subsp. *anatolicum* (Mittelmeergebiet bis Zentralasien) ist. — *Lolium temulentum*, der Taumellolch (Europa, Nordafrika, Asien, sonst eingeschleppt), eines der wenigen giftigen Gräser. Die Giftigkeit beruht auf dem Vorhandensein eines Alkaloids, das mit der Gegenwart eines Pilzes in den Geweben des *Lolium* zusammenhängt[75]). *L. perenne*, englisches Raygras (Europa, Nordafrika, Asien, in Nordamerika eingeführt), wichtiges Futtergras. — *Agropyrum repens*, die Quecke (Europa, Asien, Amerika, Nordafrika), ein vielfach sehr lästiges Unkraut, liefert das offizinelle „Rhizoma graminis".

e) Aveneae. Blütenstand eine Rispe. Ährchen 2- bis vielblütig. Deckspelze kürzer als die Hüllspelze, meist am Rücken begrannt. — Große Gattungen: *Deschampsia* (Abb. 627, Fig. 17), *Trisetum, Avena, Danthonia.* — *Avena sativa*, gemeiner Hafer (Abb. 627, Fig. 13), alte Kulturpflanze mit vielen Rassen, in den extratrop. Gebieten hauptsächlich als Pferdefutter, doch auch als mehlliefernde Pflanze gebaut. Stammpflanze *A. fatua* (Zentral- u. Westasien)[76]); außerdem

---

[72]) Schulz A., Abst. u. Heim. d. Roggens. Ber. d. d. bot. Ges., XXXVI., 1918.

[73]) Schulz A., Die Abst. d. Saatgerste. Mitt. natf. Ges. Halle 1912.

[74]) Zur Orientierung über diese vgl. insbes.: Alefeld F., Landw. Flora. Berlin 1866. — Körnicke F. u. Werner H., Handb. d. Getreidebaues. I. u. II. Bonn 1885. — Speziell für Gerste: Körnicke in Handb. f. d. ges. Brauwesen, V., 1882; Lermer u. Holzner, Beitr. z. Kenntn. d. Gerste, München 1888. — Über alle Züchtungsfragen, welche die Getreidearten betreffen, vgl. Fruwirth C., Die Züchtung der landw. Kulturpfl., IV. Bd., 4. Aufl., Berlin 1922 und die dort zitierte Literatur. — Schindler F., Handbuch des Getreidebaues auf wissensch. u. prakt. Grundl., 3. Aufl., Berlin 1923. — Vgl. ferner Tschermak E., Die Verwertung d. Bastard. f. phyl. Fr. Zeitschr. f. Pflanzenzüchtg., II., 1914. — Schiemann E. in Zeitschr. f. Bot., IX., 1917.

[75]) Vgl. Nestler A., Zur Kenntn. d. Symb. eines Pilzes mit dem Taumellolch. Sitzber. d. Wiener Akad., mat.-naturw. Kl., CXIII., 1904. — Hennig E., Üb. pilzfreies *Lol. tem.*, Bot. Zeitg., 1907 und die dort zit. Lit.; Die Bindung fr. atm. Stickst. d. pilzh. *Lol. tem.*, Ber. d. d. bot. Ges., Bd. XXVI a, 1908.

[76]) Schulz A., Abst. u. Heim. d. Saathafers. Mitt. thüring. bot. Ver., XXXIII., 1916. — Thellung A., Üb. d. Abst. d. Saath., Ber. schweiz. bot. Ges., 1916; in Naturw. Wochenschr., 1918.

werden gebaut *A. byzantina*, Mittelmeerhafer (Stammpflanze *A. sterilis*, östl. Mittelmeergebiet) und *A. strigosa*, Rauhhafer (Stammpflanze *A. barbata*, Mittelmeergebiet). — Wichtigere Futtergräser: *Trisetum flavescens*, Goldhafer (Europa, Asien, Westafrika, Nordamerika); *Arrhenatherum elatius*, französisches Raygras (Europa, Westasien, Westafrika) u. a.

f) Agrostideae. Ährchen deutlich gestielt, in rispen- oder ährenförmigen Infloreszenzen (Rispen oder Trauben). Ährchen einblütig. — Große Gattungen: *Aristida, Stipa* (Abb. 627, Fig. 18 und 19), *Sporobolus, Agrostis, Calamagrostis* u. a. — *Stipa tenacissima* (Spanien, Nordafrika) liefert „Esparto-“ oder „Halfafaser“ (siehe oben bei *Lygeum*). — *Ammophila arenaria*, Sandrohr, besonders auf Dünen der nördlich-extratrop. Küsten des Atlantischen Ozeans; auch zur Dünenbefestigung kultiviert. — *Lagurus ovatus* (Mediterrangebiet), Ziergras. — Wichtigere Futtergräser: *Alopecurus pratensis*, Wiesenfuchsschwanz (Europa), *Agrostis alba*, Fioringras (Europa, Nordamerika, extratrop. Asien), *Phleum pratense*, Timotheusgras (Abb. 627, Fig. 4) (Europa) u. a. — Einige *Stipa*-Arten , so *S. leptostachya* und *S. hystricina* (Südamerika) u. a., enthalten ein giftiges Glykosid; die Giftwirkung ist nicht zu verwechseln mit der mechanischen Schädigung, welche weidende Tiere durch die sich einbohrenden *Stipa*-Früchte erleiden können[77]).

g) Phalarideae. Ährchen einblütig, mit vier Hüllspelzen. — *Phalaris canariensis*, Kanariengras (Südeuropa). Als Vogelfutter, seltener zur Mehlgewinnung kultiviert. — *Ph. arundinacea* f. *picta*, Bandgras, häufig gezogenes Ziergras (Europa, Asien, Nordamerika). — *Anthoxanthum*, Ruchgras (Europa und extratrop. Gebiete von Asien und Nordamerika) und *Hierochloë*, Mariengras, durch starken Cumaringeruch auffallend.

h) Paniceae. Ährchen einblütig. Deck- und Vorspelze derb, Hüllspelzen zarter. Ährchen einzeln von den Rispenzweigen oder von der Spindel einer ungegliederten Ähre sich lösend. — Große Gattungen: *Paspalum, Panicum, Pennisetum.* — *Panicum miliaceum*, Hirse, Rispenhirse, in mehreren Rassen in wärmeren Gebieten als mehlliefernde Pflanze kultiviert; Heimat wahrscheinlich Ostindien. *P. altissimum*, „Guinea grass“, Futterpflanze tropischer Gebiete (Afrika). — *Setaria* (Abb. 627, Fig. 8) *italica*, Kolbenhirse, mehlliefernde Pflanze wärmerer Gebiete (Heimat unbekannt, vielleicht von der aus Asien stammenden, jetzt als Unkraut verbreiteten *S. viridis* abstammend). — *Pennisetum americanum*, „Dochan“, Negerhirse, mehlliefernd. In den Tropen und Subtropen in vielen Formen häufig kultiviert, wahrscheinlich sind dieselben zum Teil Abkömmlinge verschiedener trop. afrik. Arten[78]).

i) Andropogoneae. Ährchen einblütig, mit 3 Hüllspelzen, meist zu zweien, zweigeschlechtig oder in demselben Blütenstand eingeschlechtige gemischt. — Artenreiche Gattungen: *Rottboellia, Andropogon* (Abb. 627, Fig. 14). — *Saccharum officinarum*, das Zuckerrohr. Heimat unbekannt, in den Tropen allgemein kultiviert; in der Kultur selten blühend, dagegen leicht im verwilderten Zustand. Zucker-, Rumgewinnung. — *Andropogon Sorghum* (= *Sorghum vulgare*), die Mohrenhirse, in zahlreichen Rassen (z. B. f. *Durrha*, f. *saccharatus* u. a.) in den wärmeren Gebieten allgemein als Mehlpflanze gebaut. Die f. *technicus* (Südeuropa) liefert die „Reisbesen“. Die Stammpflanze ist wahrscheinlich *A. halepensis* (= *Sorghum halepense*). — Die Wurzeln von *A. squarrosus* (Indien, in den Tropen kultiviert) kommen als „Vetiver-Wurzeln“ in den Handel und finden in der Parfümerie Verwendung. — *Imperata arundinacea*, weit verbreitet, bildet den Hauptbestandteil der „Alang-Alang-Fluren“ der Sundainseln.

---

[77]) Vgl. Hackel E., Üb. giftige Gräser. Mitt. d. naturw. Ver. f. Steierm., 41. Bd., 1905.

[78]) Vgl. Leeke P., Unters. üb. Abst. u. Heimat d. Negerhirse. Zeitschr. f. Naturw., 79. Bd., 1907.

k) Zoisieae. — *Hilaria* (Zentral- und westl. Nordamerika), *Tragus* (verbreitet).

l) Tristegineae. — *Arundinella* (Tropen).

m) Maydeae. Deck- und Vorspelze zarthäutig. Hüllspelzen derb. Ährchen in Trauben oder Ähren, die sich bei der Reife gliedern. ♂ und ♀ Ährchen in getrennten Blütenständen oder in getrennten Teilen solcher. — *Euchlaena mexicana* mit mehreren Rassen, Teosinte (Mexiko), in wärmeren Gebieten als Futterpflanze gebaut. — *Zea Mays*, der Mais, Kukuruz (Abb. 627, Fig. 2 u. 3), mit zahlreichen Kulturrassen[79]). Wildwachsend unbekannt, vielleicht aus einer Mutation der *Euchlaena mexicana* hervorgegangen, auch Beziehungen zu den *Andropogoneae* aufweisend. In den Tropen und wärmeren Gebieten der Extratropen allgemein kultiviert. Futterpflanze, Mehl, Flechtmaterial aus den Blättern usw. — *Coix Lacrima-Jobi* (Abb. 630), Tränengras (Tropen). Frucht in ein hartes, glänzendes Gehäuse eingeschlossen, das aus dem Scheidenteil eines Tragblattes entsteht. Die Früchte werden zu Schmuckgegenständen verarbeitet.

Abb. 630. *Gramineae.* — Infloreszenz von *Coix Lacrima-Jobi*, unten ein ♀, oben ♂ Ährchen. — Etw. vergr. — Original.

6. Reihe. *Scitamineae.*

Vorherrschend Zwitterblüten. Ganze Blüte zygomorph oder asymmetrisch. Perianth aus 6 Blättern bestehend, alle korollinisch oder die äußeren kelchartig, die inneren korollinisch. Staubgefäße der Anlage nach 6, in 2 Wirteln, doch zumeist nur zum Teile, vielfach nur eines, fertil, die anderen in korollinische Staminodien umgebildet. Fruchtknoten unterständig, 1- bis 3fächerig. Samen zumeist mit Arillus, mit Endosperm und Perisperm oder nur mit letzterem.

Die Verwandtschaft der hierher gestellten Familien untereinander ist zweifellos. Sie zeigen keinen direkten Anschluß an eine der früher besprochenen Reihen der Monocotyledonen, doch ist bei Berücksichtigung der Gesamtorganisation kaum daran zu zweifeln, daß es sich hier um eine Modifikation des Liliiflorentypus handelt, bei der die Zygomorphie der Blüte immer stärker hervortritt. Die Reihe fügt sich in diesem Sinne auch sehr natürlich zwischen die der Liliifloren und jene der *Gynandrae* ein.

1. Familie: **Musaceae**[80]). (Abb. 631.) Ansehnliche krautige Pflanzen oder Bäume; im ersteren Falle bilden häufig die dicht zusammenschließenden

---

[79]) Vgl. in bezug auf diese die S. 900 angegebene Literatur; über Xenien speziell: Correns C., Bastarde zw. Maisrassen. Biblioth. bot., Heft 53, 1910; Weatherwax P., Gametogen. et fecond. in *Zea* usw. Bull. Torr. bot. Cl., XLVI., 1919. — Über Hybriden zwischen Teosinte u. Mais vgl. Yearbook of the Unit. Stat., Depart. of Agric., 1909; Collins G. N. and Kempton J. H. in Journ. of agric. res., XIX., 1920. — Üb. d. Herkunft von *Zea* vgl. Iltis H., Üb. einig. bei *Z. M.* beobacht. Atavism. Zeitschr. f. ind. Abstammgsl., V., 1911.

[80]) Schumann K. in Engler A., Pflanzenreich, IV. 45, 1900 und die dort zit. Lit. — Gatin C. L., Un cas de polyembryonie chez le *M. Ensete.* Bull. soc. bot. de Fr., 52., 1905; Rech. anat. s. l'embryo et la germ. d. Cann. et Mus. Ann. sc. nat., 9. sér., Bot., VIII., 1908. — Griggs R. F., On some Spec. of *Heliconia.* Bull. Torr. Bot. Cl., XXX., 1903. — Greve G.,

Basalteile der Blätter einen Scheinstamm. Blätter zumeist groß, gestielt, mit großen Scheiden. Blütenstände oft ansehnlich, ährenförmig oder aus

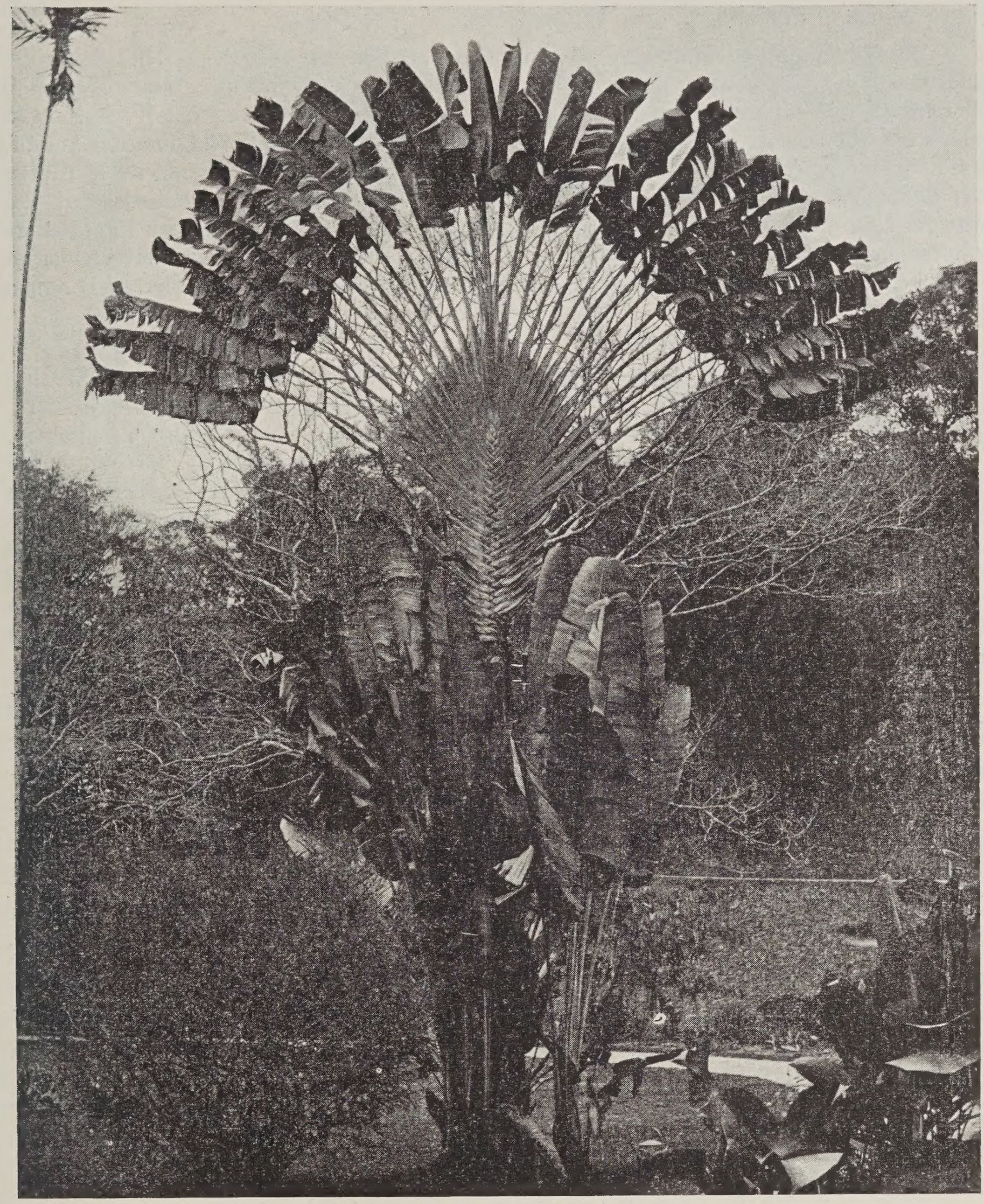


Abb. 631. *Musaceae.* — *Ravenala madagascariensis* im botanischen Garten auf Ceylon. — Nach einer käuflichen Photographie.

zymösen Partialinfloreszenzen bestehend, die zu Rispen oder ährenähnlichen Blütenständen vereinigt sind. Blüten zygomorph, zwitterig oder ein-

Beitr. z. physiol. Anat. v. *Musa Ensete.* Diss. Kiel 1909. — Wildeman E., Les bananiers, cult., exploit. etc. Ann. Mus. col. Mars., XX., 1912.

geschlechtig. Perianthblätter meist alle korollinisch. Staubgefäße 6 fertile oder 5 fertile und 1 Staminodium. Fruchtknoten 3fächerig. Samenanlagen einzeln oder zahlreich. Kapseln oder Beeren. Samen mit oder ohne Arillus. Perisperm und Endosperm.

Die relativ großen Blätter — wie bei allen Familien dieser Reihe — sind durch die Anordnung der Gefäßbündel ausgezeichnet, welche nach Verlassen der Mediane parallel oder schwach divergierend dem Rande zulaufen; infolge des Fehlens von Randversteifungen reißen die Blätter sehr leicht fiederig ein. Deckblätter der Partialinfloreszenzen oft korollinisch. Entomogamie und besonders Ornithogamie. Septalnektarien. Vor allen die Blüten von *Ravenala* und *Strelitzia* weisen weitgehende Anpassungen an den Vogelbesuch auf. Bei letzterer sind die Pollenkörner durch Fäden verbunden. Bei *Musa* finden sich in derselben Infloreszenz unten weibliche, weiter oben zwitterige, endlich männliche Blüten oder es entwickeln wenigstens nur die unteren Blüten Früchte; die meisten kultivierten Bananen haben samenlose Früchte[81]).

Ausschließlich Tropenbewohner.

A. Blätter schraubig gestellt. — *Musa*, Pisang. Mehrere Arten werden der Früchte halber, welche Obst (Bananen), Gemüse oder Stärke (aus den unreifen Früchten) liefern, in den Tropen häufig kultiviert, so insbesondere *Musa paradisiaca* mit zahlreichen Rassen. Die als Obst verwendeten Früchte stammen besonders von der Unterart *sapientum*. Die Heimat ist wahrscheinlich das tropische Asien. *M. textilis* (Philippinen, in den Tropen kultiviert) liefert Textilfasern, den Manilahanf (Abacá). *M. Ensete* (Abessin.) beliebte Dekorationspflanze und relativ wenig gegen niedere Temperaturen empfindlich. — *B.* Blätter 2zeilig gestellt. — *Ravenala madagascariensis*, der „Baum der Reisenden" (Madagaskar) (Abb. 631), *Strelitzia Reginae* (Kap), *Heliconia Bihai* (Zentral- und Südamerika; sonst in den Tropen kultiviert und verwildert); die beiden letzteren häufig in extratrop. Gebieten in Gewächshäusern in Kultur.

2. Familie: **Zingiberaceae**[82]). (Abb. 632, Fig. 2, 3, 6—10 u. Abb. 633.) Krautige Pflanzen, häufig mit Rhizombildungen, mit asymmetrischen, langscheidigen Blättern mit Ligula. Blüten in ähren-, trauben- oder rispenförmigen Infloreszenzen; Partialinfloreszenzen häufig zymös. Blüten median-zygomorph, meist zwitterig. Perianth 6blättrig, in Kelch und Korolle geschieden. Nur ein fruchtbares Staubgefäß (das hintere des inneren Kreises, Abb. 632, Fig. 10), von den übrigen Staubgefäßen sind die beiden oberen des äußeren Kreises staminodial (oft korollinisch) oder fehlend, die beiden unteren des inneren Kreises bilden zusammen mit dem unteren des äußeren Kreises die „Lippe" (Fig. 10*la*); manchmal *(Costus)* bilden alle 5 Staminodien zusammen die Lippe. Fruchtknoten 1- bis 3fächerig; Griffel dem Staubgefäß anliegend oder von diesem umhüllt. Kapseln oder Beeren. Samen mit Arillus. Perisperm und Endosperm.

Dimorphismus der Sprosse häufig, nämlich blütentragende Sprosse mit reduzierten Blättern und sterile Sprosse mit großen Laubblättern. Blätter 2zeilig oder schraubig.

---

[81]) Über Parthenokarpie v. *Musa* vgl. Tischler in Jahrb. f. wiss. Bot., 52., 1912; d'Angremond A., Parthenok. u. Samenentw. bei Bananen. Ber. d. d. bot. Ges., XXX., 1913; Flora CVII., 1914.

[82]) Schumann K. in Engler A., Pflanzenreich, IV. 46., 1904 u. d. dort zit. Lit. — Valeton Th., Üb. neue u. unvollst. bekannte Zingib. aus W.-Java usw., Bull. Inst. bot. Buitenz., XX., 1904; Das Labellum u. d. Diagr. d. Zing., Ann. Jard. bot. Buitenz., XXIX., 1916. — Schilbersky K., Zur Anat. u. Biol. d. Blüte v. *Hedychium Gardneri*. Math. u. nat. Ber. a. Ungarn, XX., 1905.

Knollenförmig verdickte Wurzeln nicht selten. Bulbillen an Stelle der Blüten bei *Globba*-Arten[83]). In den Blüten Septalnektarien oder eigentümliche Nektarien oberhalb des Fruchtknotens. Schleimabsonderung innerhalb der Brakteen häufig. Entomogamie und Ornithogamie.

Abb. 632. *Cannaceae* (Fig. 1 u. 11); *Zingiberaceae* (Fig. 2, 3, 6—10), *Marantaceae* (Fig. 4 u. 5.) — Fig. 1. Blüte v. *Canna* sp. — Fig. 2. Blüte v. *Brachychilum Horsfieldii* mit Weglassung des Kelches. — Fig. 3. Blüte v. *Curcuma aromatica*. — Fig. 4. Blüte v. *Maranta bicolor*; Fig. 5 dieselbe auf einer Seite geöffnet, *ka* „Kapuzenblatt“, *sw* „Schwielenblatt“ (Staminodien). — Fig. 6. Blüte v. *Elettaria Cardamomum*. — Fig. 7. Fruchtknoten davon, quer durchschn. — Fig. 8. Samen davon; Fig. 9 quer durchschn. — Fig. 10. Blütendiagramm v. *Kaempferia*, Fig. 11 von *Canna*. — In allen Figuren bedeutet *a* Kelch, *i* oder *li* Korolle, *la* Labellum, *st* Staminodien, *an* Anthere, *g* Griffel, *d* Deckblatt. — Fig. 1—9 vergr. — Fig. 1 u. 2 Original, 3, 6—9 nach Berg u. Schmidt, 4, 5, 10, 11 nach Eichler.

Tropenbewohner, besonders in den Tropen der Alten Welt. Der Gehalt an ätherischen Ölen bedingt die Verwendung vieler Zingiberaceen als Medizinalpflanzen oder als Gewürze.

A. Blätter 2reihig. — Medizinalpflanzen: *Curcuma longa*, Gelbwurzel (trop. Asien), liefert „Rhizoma Curcumae“, auch Gewürz (Curry) und Curcuma-Papier (Reagens); *C.*

[83]) Docters van Leeuwen W., Üb. Inflor.-Bulbillen in d. Zing.-Gttg. *Globba*. Ann. Jard. bot. Buitenz., XXXI., 1920.

Zedoaria, Zittwer (trop. Asien), liefert „Rhizoma Zedoariae"; *Alpinia officinarum* (China) liefert „Rhizoma Galangae"; *Zingiber officinale* (trop. Asien) liefert „Rhizoma Zingiberis", außerdem Gewürz (Ingwer, Rhizome). — Gewürzpflanzen (außer den schon genannten): *Aframomum Melegueta* (Afrika) liefert die Paradieskörner, *Elettaria Cardamomum* (Indien) und *E. major* (Indien) liefern die „Cardamomen"; auch die Früchte von *Amomum Cardamomum* (Sunda - Inseln) kommen unter jenem Namen in den Handel. — Mehl („Ostindisches Arrow-root") wird aus den Rhizomen mehrerer *Curcuma*-Arten gewonnen, so von *C. rubescens* (Indien), *C. leucorrhiza* (Indien) u. a. — Die meisten der genannten Arten werden auch in trop. Gebieten kultiviert. — Zierpflanzen (in den Tropen im Freien, sonst in Gewächshäusern) u. a. *Hedychium coronarium* (trop. Asien), *H. coccineum* (Indien), *Alpinia speciosa* (China, Japan), *Kaempferia*-Arten.

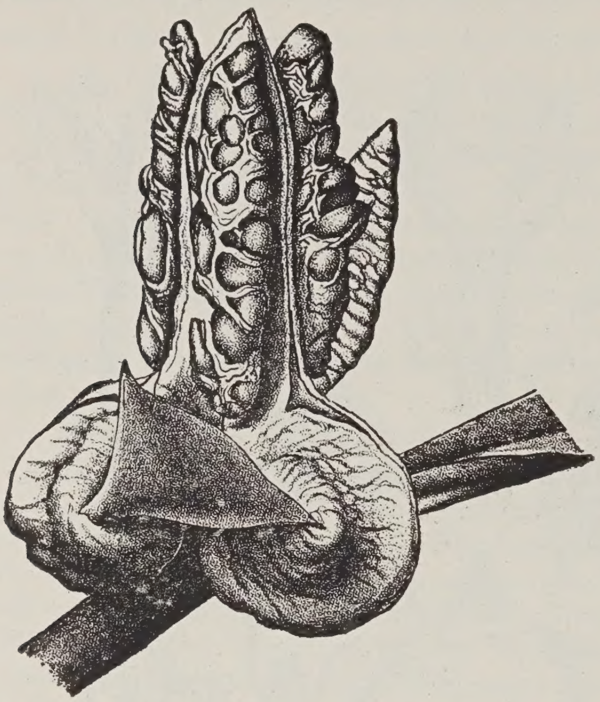


Abb. 633. *Zingiberaceae*. — Aufgesprungene Frucht von *Brachychilum Horsfieldii*. — Nat. Gr. — Original.

B. Blätter schraubig gestellt. — *Costus*. Mehrere Arten als Zierpflanzen oft kultiviert, so *C. igneus* (Brasilien), *C. pictus* (Mexiko).

3. Familie: **Cannaceae**[84]). (Abb. 632, Fig. 1 u. 11.) Der vorigen Familie ähnlich, verschieden insbesondere durch den Blütenbau. Kelch freiblättrig, Korolle 3blättrig. Andröceum aus mehreren (bis 5) Staubgefäßen bestehend, von denen alle korollinisch sind bis auf eines, dessen eine Hälfte (die rechte) eine Anthere mit 2 Pollensäcken trägt, während die andere Hälfte auch korollinisch ist.

Blätter in der Jugend gerollt, auch beim Trocknen sich einrollend; Ligula fehlt. Bestäubungsvorgang nicht genau bekannt, Insekten- und Vogelbesuch beobachtet; in Gärten Autogamie.

Tropisches und subtropisches Amerika. — Unter dem Namen „*Canna indica*", Blumenrohr", als beliebte Zierpflanzen (auch in extratrop. Ländern) ein Gemisch verschiedener Arten und insbesondere von Hybriden. — „Cannastärke" oder „Arrow-root von Queensland" v. *C. edulis*.

4. Familie: **Marantaceae**[85]). (Abb. 632, Fig. 4 u. 5.) Krautige Pflanzen, seltener Sträucher mit 2reihig gestellten, gestielten, asymmetrischen Blättern. Blüten in Paaren, zu verschieden gebauten Gesamtinfloreszenzen vereinigt,

---

[84]) Petersen O. K. in E. P., II. 6, S. 30, 1889. — Baker J. G., A synops. of the spec. of Cannas. Garden. Chron., XIII., 1893. — Gatin C. L., Rech. anat. s. l'embr. et la germ. d. Cann. et Mus. Ann. Sc. nat., 9. sér., Bot., VIII., 1908. — Mühle A., Das Geschlecht der *Canna*. Gesch., Kult. usw. Temesvár 1909. — Kränzlin F. in A. Engler, Das Pflanzenr., IV. 47., 1912. — Costerus J. C., A fr. investig. of the flow. of *Cann.* Ann. Jard. bot. Buitenz., XXIX., 1916. — Belling, The behav. of homol. chromos. in a triploid *Canna*. Proc. Nat. Ac. Sc. Unit. St. of Am., VII., 1921.

[85]) Schumann K. in Engler A., Das Pflanzenreich, IV. 48, 1902. — Pilger R. in E. P., Nachtr. III, S. 65, 1906. — Gatin C. L., Sur la struct. d. l'embr. des Zingib. et Marant. C. R. Ac. Sc. Paris, CLIV., 1912.

zwitterig, unregelmäßig, ohne jedwede Symmetrieebene. Kelch und Korolle. Staubgefäße 4—5, aber nur eines der inneren zur Hälfte fertil mit einer halben Anthere, zur Hälfte petaloid, die anderen petaloid. Von diesen ist ein inneres kapuzen- oder helmförmig. Fruchtknoten 1- bis 3fächerig, in jedem Fache mit 1 Samenanlage. Griffel vor dem Aufblühen vom kapuzenförmigen Staminodium bedeckt. Kapseln, Beeren oder Nüsse. Arillus vorhanden. Perisperm.

Der Blattstiel trägt am Grunde der Spreite zumeist ein verdicktes Gelenk. Blattflächen beim Trocknen sich einrollend. Verkieselte Zellmembranen in der Epidermis (auch bei *Musaceae*). Septalnektarien. Entomogamie.

Bei dem Besuche einer Blüte schnellt der Griffel, der durch das „Kapuzenblatt" in gespannter Stellung festgehalten war, heraus und berührt jenen Teil des Insektenkörpers, auf den vorher Pollen gebracht worden ist. Der Arillus stellt vielfach einen Schwellkörper dar, welcher das Aufspringen der Früchte bewirkt.

Tropenbewohner. — *Maranta arundinacea* (Westindien) liefert „Amylum Marantae", „Westindisches Arrow-root" (Mehl aus den unterirdischen Ausläufern). — Viele Zierpflanzen (in extratrop. Gebieten vorwiegend in Gewächshäusern), besonders solche mit bunten Blättern wie *Calathea*-, *Stromanthe*-Arten, *Thalia dealbata* (Nordamerika), *Maranta bicolor* (Brasilien) u. a. m.

7. Reihe. *Gynandrae.*

Vorherrschend Zwitterblüten. Blüte deutlich zygomorph. Perianth aus 6 Blättern bestehend, alle korollinisch. Staubgefäße der Anlage nach 6, doch meist nur eines, seltener 2 oder 3 fertil, die anderen ganz fehlend oder einzelne staminodial. Fertile Staubgefäße in der Regel mit den Narben auf einer Säule (Columna) stehend. Fruchtknoten unterständig. Samen ohne Nährgewebe. Embryo meist ungegliedert.

Direkte Beziehungen der *Gynandrae* zu einer der vorhergehenden Reihen der Monocotyledonen sind zwar nicht nachweisbar, doch bereitet es keine Schwierigkeiten, den phylogenetischen Zusammenhang zu eruieren. Die Reihe der *Gynandrae* stellt eine Gruppe dar, bei welcher die extreme Anpassung an den Insektenbesuch weitgehende Modifikationen eines bestimmten Blütentypus bedingte. Dieser Blütentypus ist identisch mit dem der Liliifloren, mit denen die *Gynandrae* auch in histologischer Hinsicht in wesentlichen Momenten übereinstimmen. Sie nehmen den Liliifloren gegenüber eine analoge Stellung ein, wie die Scitamineen, die ja gleichfalls einen zygomorphen Zweig des Liliiflorenstammes darstellen. In dieser analogen Anpassung dürften auch die unleugbaren Ähnlichkeiten der *Gynandrae* mit einzelnen Scitamineen (besonders Zingiberaceen) begründet sein, die aber gewiß nicht auf direkter Verwandtschaft beruhen. Den Liliifloren am nächsten stehen unter den *Gynandrae* zweifellos die *Pleonandrae*.

Einzige Familie: **Orchidaceae**[86]) (= *Satyriaceae* 1760). (Abb. 634 bis 638.) Krautige Pflanzen von außerordentlich verschiedenem Aussehen. Infloreszenzen razemös. Blüten in der Regel zwitterig, median-zygomorph. Perianth aus 2 dreizähligen Wirteln gebildet, die zumeist beide korollinisch

---

[86]) Pfitzer E. in E. P., II. 6, S. 52, 1889; Nachtr., S. 97; Erghft. I, S. 12; II. (Nachtrag III), S. 75; Nachtr. IV, S. 42. — Pfitzer E., *Orchidaceae-Pleonandrae* in Engler A., Pflanzenreich, IV, 50., 1903; Über den morphologischen Aufbau der *Coelogyninae*, Bot.

sind. Durch Verwachsungen kann die Zahl der Perianthblätter kleiner werden. 2 Staubgefäßkreise, die aber niemals vollständig zur Entwicklung kommen; am häufigsten ist das dem Tragblatte zugewendete Staubgefäß des äußeren Kreises fertil, es kommt aber auch vor, daß die beiden dem Tragblatte zugewendeten Staubgefäße des inneren Kreises fertil sind *(Cypripedilinae, Apostasia)* und daß diese und das erwähnte Staubgefäß des äußeren Kreises fertil sind *(Neuwiedia)*; die größte Staubgefäßzahl findet sich bei *Arundina*-Arten (bis 5). Außer den fertilen Staubgefäßen finden sich bei einzelnen Gattungen auch Staminodien. Pollen meist zu Pollinien vereint. Fruchtknoten unterständig, meist gedreht, 3blättrig, 3fächerig oder 1fächerig. Die Blütenachse verlängert sich über den Fruchtknoten hinaus und bildet eine Säule (Columna), auf der die Staubgefäße und die Narben stehen[87]). Samenanlagen marginal, zahlreich. Kapseln, seltener Beeren. Embryo meist ungegliedert, ohne Nährgewebe.

Jahrb., XXXIV., 1905. — Pfitzer E. u. Kränzlin F., *Orchidaceae-Monandrae-Coelogyninae* in Engler A., Pflanzenreich, IV. 50., 1907. — Kränzlin F., *Orchidaceae-Monandrae-Dendrobiinae* in Engler A., Pflanzenreich, IV. 50., 1910 u. 1911; *Oncidiinae*, a. a. O., IV. 50., 1922. — Dubois F., Les Cypripediums, leur monogr. Gand 1899. — Leavitt R. G., Notes on the embryolog. of some N. Engl. Orchids. Rhodora, III., 1901. — Malguth R., Biolog. Eigent. d. Fr. epiphyt. Orch. Dissert. Breslau, 1902. — Stenzel K. G. W., Abweichende Blüt. heim. Orch. Bibl. bot., Heft 55, 1902. — Faber F. C. v., Beitr. z. vergl. Anat. d. *Cypripedilinae*. Stuttgart 1904. — Zörnig H., Beitr. z. Anat. d. Coelog. Bot. Jahrb., XXXIII., 1904. — Sprenger M., Über d. anat. Bau der *Bolbophyllinae*. Diss. Heidelberg, 1904. — Ames O., *Orchidaceae*, ill. and stud. of the fam. I—IV. Boston 1905—1910. — Smith J. J., Die Orchid. v. Java, Fl. v. Buitenz., Bd. VI., 1905; Figuren-Atl., Heft 1—3, 1908—1910. — Porsch O., Beitr. z. hist. Blütenbiolog., Öst. bot. Zeitschr., 1905 u. 1906; in Wettstein R. v., Ergebn. d. brasil. Exped. I. Denkschr. Akad. d. Wissensch. Wien, 1906. — Tominski P., Anat. d. Orchid.-bl. in ihrer Abh. v. Klima u. Standort. Diss. Berlin, 1905. — Bernard N., Symb. d'Orch. et de div. champ. endoph., C. rend. Acad. Paris, 1906; La cult. d. Orch. d. s. rapp. av. l. symb., Gand 1908; L'evol. d. l. symb. d. Orchid., Ann. Sc. nat., 9. sér., Bot., IX., 1909. — Peklo J., Zur Lebensg. v. *Neottia Nid. av.* Flora, XCVI., 1906. — Pace L., Fertiliz. in *Cypripedium*, Bot. Gaz., 44., 1907; The gametoph. of *Calopogon*, Bot. Gaz., XLVIII., 1909. — Finet E. A., Classif. et énum. d. Orch. afric. etc. Bull. soc. bot. Fr., 1907. — Camus E. G. et Bergon P., Monogr. d. Orch. de l'Eur., del Afr. sept. etc. Paris 1908. — Diels L., Die Orchideen. Osterwieck, 1908. — Fitting H., Die Beeinfl. d. Orch.-Bl. d. d. Bestäubg. usw., Zeitschr. f. Bot., I., 1909; Weitere entwicklungsphys. Unters., a. a. O., II., 1910. — Brown W. H., The embryosac of *Habenaria*. Bot. Gaz., XLVIII., 1909. — Burgeff H., Die Wurzelpilze d. Orch. Jena 1909. — Czapek F., Beitr. z. Morph. u. Phys. d. epiphyt. Orch. Ind. Sitzb. d. Wiener Akad., CXVIII., 1909. — Brown W. H., a. Sharp L. W., The embryos. of *Epipactis*. Bot. Gaz., LII., 1911. — Sharp L. W., The Orchid. embryos. Bot. Gaz., LIV., 1912. — Heusser, Die Entw. d. gen. Org. v. *Himantogl.* Beih. bot. Zentralbl., 32., I., 1915. — Derthie A. V., Note on the app. apog. in *Pterygodium*. Roy. Soc. d. Afr. Meet., Juni 1915. — Baronow P., Embryos. v. *Spiranthes*. Bull. Soc. Imp. Nat. Mosc., 1915. — Afzelius K., Zur Embryos.-Entw. d. Orchideen. Sv. bot. Tidskr., X., 1916. — Schlechter R. e Hoehne F. C., Contrib. ao conhec. v. Orquid. do Brasil. Mem. Ist. Butantan. Vol. I., fasc. 4., 1922. — Saunders E., A Revis. Charact. in the Stock etc., Ann. of Bot., XXXVII., 1923. — Camus G. et Camus A., Iconogr. d. Orchid. d'Eur. etc. Paris 1921. — Knoll F., Fettes Öl auf d. Blütenep., Öst. bot. Zeitschr., 1922. — Hirmer M., Beitr. z. Organogr. d. Orch.-Bl., Flora, N. F., 13. Bd., 1920.

[87]) Diese Fassung entspricht der hier angenommenen Deutung der Columna als Achsenteil; sie wird auch als Griffel aufgefaßt.

Es gibt wenige Gruppen des Pflanzenreiches, bei welchen so große Mannigfaltigkeit herrscht, die zum Teile mit Anpassungen an Lebensweise und Bestäubungseinrichtungen im Zusammenhange steht. Es können darum hier nur einige der wichtigsten Eigentümlichkeiten hervorgehoben werden.

Bei der Keimung entsteht in der Regel ein knollenförmiges Protokorm, auf dem erst die Anlagen der Sprosse und Wurzeln auftreten (Abb. 634). Die Protokorme enthalten

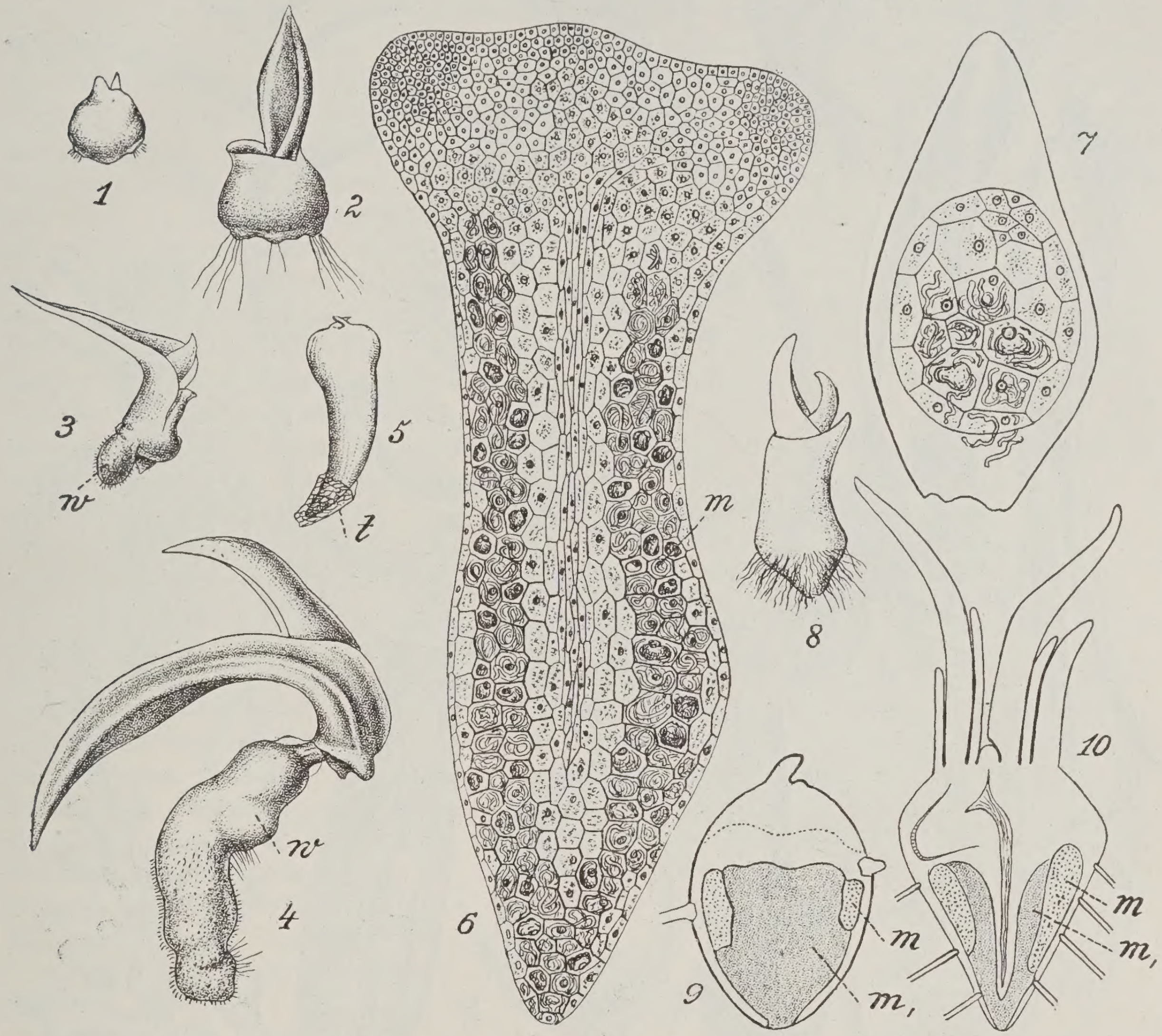


Abb. 634. *Orchidaceae.* — Keimung. — Fig. 1. Keimling von *Cattleya Bowringiana* × *maxima*; Fig. 2 derselbe in etwas späterem Stadium, mit Hafthaaren und Sproßanlage. — Fig. 3. Keimling von *C. Skinneri* × *Mossiae*, Protokorm mit Sproß- u. Wurzelanlage (*w*). — Fig. 4. Älteres Stadium davon. — Fig. 5. Protokorm von *Neottia Nidus-avis*, *t* Samenschale; Fig. 6 dasselbe vergr. mit myzelführendem Gewebe *m*. — Fig. 7. Beginnende Keimung von *Neottia*. — Fig. 8. Keimling von *Cypripedilum*; Fig. 9 jüngeres, Fig. 10 älteres Stadium; m u. m_1 myzelführende Gewebe. — Fig. 1—5, 8—10 etw., Fig. 6 u. 7 stärker vergr. — Fig. 1—4 Original, 5—10 nach Bernard.

(soweit untersucht immer) myzelführende Gewebe (Symbiose); die Pilze, welchen diese Myzelien angehören, wurden von Bernard als Arten der Gattung *Rhizoctonia* erklärt, von Burgeff als *Orcheomyces* bezeichnet[87a]). Die erwachsenen Pflanzen sind autotroph oder saphrophytisch (*Epipogium*, *Coralliorrhiza*, *Neottia*, *Galeola* u. v. a.); die letzteren zeigen durchwegs endotrophe Mykorrhiza, welche aber auch vielen autotrophen Formen nicht

[87a]) Über die Möglichkeit der Keimung ohne Pilzsymbiose vgl. Knudson L. in Bot. Gaz., LXXIII., 1922.

Abb. 635. *Orchidaceae.* — Vegetative Organe derselben. — Fig. 1. Sympodialer Sproß mit heteroblastischen Pseudobulben von *Bulbophyllum* sp. — Fig. 2. Dasselbe von *Oncidium* sp. — Fig. 3. Sympodialer Sproß mit stielrunden Hängebl. v. *Leptotes bicolor*; in allen 3 Figuren bedeutet *a* u. *b*, bzw. $a + a'$, $b + b'$ usw., je einen Jahrestrieb. — Fig. 4. Monopodialer Sproß von *Dichaea vaginata.* — Fig. 5. Bildung eines homoblastischen Pseudobulbus bei *Dendrobium fimbriatum.* — Fig. 6. Heteroblastischer Pseudobulbus v. *Coelogyne cristata*, *a* Sproß, an dessen Ende der Pseudobulbus steht, *b* Erneuerungssproß, *n* Blattnarbe. — Fig. 7. Homoblastischer Pseudobulbus von *Catasetum fimbriatum*, *n* Blattnarben. — Fig. 8. Basaler Teil v. *Prescottia plantaginifolia.* — Fig. 9. *Bulbophyllum minutissimum*, von oben. — Fig. 10. Pseudobulbus davon, durchschn. — Fig. 11. *Campylocentron chlororrhizum* mit Assimilationswurzeln *w.* — Fig. 12 u. 13. Basaler Teil v. *Orchis militaris*; *k* alter Knollen, *k'* Erneuerungsknollen. — Fig. 14. Unterirdischer Teil von *Corallionhiza trifida* (= *C. innata*), *a* blühender Sproß, *b* Erneuerungssproß. — Fig. 4, 9, 14 nat. Gr., 10 etw. vergr., sonst etw. verkl. — Fig. 9 u. 10 nach Pfitzer, 1—8, 11—14. Original.

fehlt[88]). Alle extratropischen und viele tropische Orchideen sind erdbewohnend, die meisten Tropenbewohner Epiphyten. Die erdbewohnenden Formen zeigen mannigfach gebaute Rhizome. Bei den *Ophrydeae* (*Orchis*, *Ophrys*, *Gymnadenia* usw.) besteht das unterirdische Organ aus einem Knollen, der im unteren Teil Wurzel-, im oberen Teil Stammcharakter hat; alljährlich wird in der Achsel eines Niederblattes ein neuer solcher Knollen angelegt, während der alte abstirbt (Abb. 635, Fig. 12 u. 13). Groß ist die Mannigfaltigkeit der epiphytischen Formen, bei denen insbesondere xerophile Anpassungen, dann solche in Verbindung mit entsprechender Wasserableitung mannigfache Modifikationen des Stamm- und Blattbaues bedingen. Vollständige Reduktion der Laubblätter und Ausbildung assimilierender Wurzeln bei *Taeniophyllum* (trop. Asien bis Australien), *Polyrrhiza* (Westindien), *Campylocentron*-Arten (trop. Amerika) (Abb. 635, Fig. 11) u. a. Klimmende Sprosse (Wurzelkletterer) bei *Vanilla*, *Dichaea* (Abb. 635, Fig. 4) u. v. a. Xerophil gebaute Blätter (fleischig und flach bis drehrund, letztere meist hängend) bei vielen Formen. Besonders häufig ist bei epiphytischen Formen die Ausbildung knollenförmiger Stämme (Reservestoffspeicher und Assimilationsorgane), welche als Pseudobulbi bezeichnet werden, und die entweder aus mehreren Internodien (homoblastisch, Abb. 635, Fig. 5 u. 7) oder aus einem Internodium (heteroblastisch, Abb. 635, Fig. 1 u. 6) bestehen. Flache Pseudobulben mit dem Assimilationsgewebe im Innern bei *Bulbophyllum minutissimum* (Australien — Abb. 635, Fig. 9 u. 10). Bei den Epiphyten fungieren die Adventivwurzeln nicht bloß als Befestigungs- und Nahrungsaufnahmsorgane; sehr häufig sind sie echte Luftwurzeln, deren äußere Zellschichten Luft führen (Velamen, Abb. 636) und die als Wassersammler oder Atmungsorgane fungieren. Manche dieser Luftwurzeln zeigen negativen Geotropismus und tragen u. a. zur Ansammlung von Humus bei. Dornbildung durch Zurückbleiben von Gefäßbündelresten beim Abfallen der Blätter bei *Catasetum*-, *Cyrtopodium*-Arten u. a. Hohle Pseudobulben (mutmaßlich Myrmekophilie) bei *Diacrium bicornutum* (trop. Amerika), *Schomburgkia tibicinis* (Honduras).

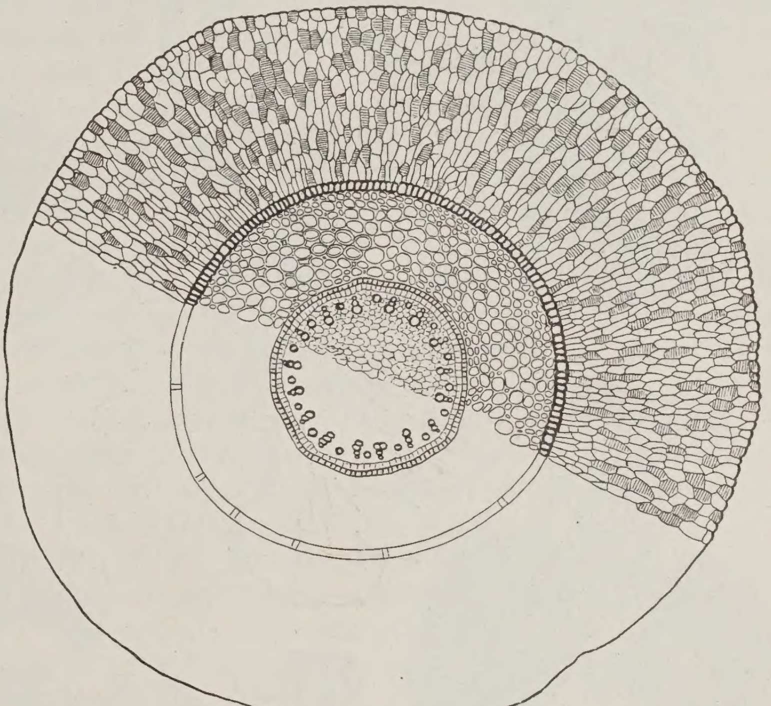


Abb. 636. *Orchidaceae*. — Querschnitt durch eine Luftwurzel v. *Dendrobium nobile*; die äußerste Gewebeschichte ist das Velamen. — Vergr. — Nach Strasburger.

Vegetative Vermehrung durch sich loslösende Sproßteile, die häufig am Ende ausläuferartiger Bildungen stehen, verbreitet; Brutknospen in der Achsel der Brakteen u. a. bei *Oncidium Lemonianum*; blattbürtige Sprosse bei *Malaxis paludosa* (Europa).

In bezug auf die Blüte wäre in Ergänzung der Familiencharakteristik folgendes hervorzuheben. Fast immer weicht das der Achse zugewendete Blatt des inneren Perianthkreises (infolge der Drehung des Fruchtknotens zumeist nach außen gestellt), wesentlich von den anderen Blättern ab und bildet die Lippe (Labellum); diese ist häufig gespornt; doch können Sporne auch

[88]) Vgl. Magnus W., Stud. an der endotroph. Mycorrhiza v. *Neottia*. Jahrb. f. wiss. Bot., XXXV., 1900 u. die dort zit. Lit. — Huber B., Zur Biol. v. *Liparis Loesel*. Sitzb. Ak. Wiss. Wien, 130. Bd., 1921.

1
p
n
b
sp
2
p
b
co
n
n_1
sp
f
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
p
w
c
f
r
n
16
c
s
f
p
17

Abb. 637. *Orchidaceae.* — Blütenbau. — Fig. 1—3. *Orchis Morio*; Fig. 1 Blüte von vorne, Fig. 2 Blüte durchschn.; Fig. 3 Pollinarium; *sp* Sporn, *n* und n_1 Narbe, *b* Beutelchen am Rostellum, *p* Pollinium, bzw. in Fig. 2 entleertes Antherenfach, *co* Säule, *f* Fruchtkn. — Fig. 4. *Cypripedilum acaule.* — Fig. 5. *Ophrys Bertolonii.* — Fig. 6. *Loroglossum hircinum.* — Fig. 7. *Catasetum Ornithorrhynchus.* — Fig. 8. *Oncidium varicosum.* — Fig. 9. *Pleurothallis sulcata.* — Fig. 10. *Vanda tricolor.* — Fig. 11. *Epipogium aphyllum.* — Fig. 12. *Stigmatocalyx radicans.* — Fig. 13. *Masdevallia Lindeni.* — Fig. 14. Pollinien v. *Dendrobium fimbriatum.* — Fig. 15. Säulenende mit der Anthere von *Phajus cupreus*, längs durchschn.; *f* Filament, *c* Caudicula, *w* Antherenwand, *p* Pollinien, *r* Rostellum, *n* Narbe. — Fig. 16. Säulenende v. *Cochlioda sanguinea*, längs durchschn.; *f* u. *p* wie in Fig. 15, *c* Verlängerung des Konnektivs, *s* aus dem Rostellum entstandener Stipes. — Fig. 17. Fruchtknotenquerschn. v. *Cypripedilum Calceolus.* — Fig. 1—3, 5—13 etwas, 14—17 stärker vergr., 4 verkl. — Fig. 7—9, 12 nach Porsch, 15 u. 16 nach Pfitzer, 1—6, 10, 11, 13, 14, 17 Original.

---

auf ganz andere Weise, durch Aussackung des das Labellum tragenden Achsenteiles, zum Teile unter Beteiligung anderer Perianthblätter entstehen. Die Lippe zeigt häufig eine Gliederung in einen Endteil (Epichilium), in ein mittleres (Mesochilium) und ein basales Stück (Hypochilium). Zwischen den beiden erstgenannten Teilen ist die Lippe nicht selten beweglich. Wie schon erwähnt, steht das fertile Staubgefäß (nur von den Fällen mit 1 Staubgefäß sei hier speziell die Rede) am Ende einer ± verlängerten Bildung, der Columna oder des Säulchens (Abb. 637, Fig. 2 *co*). Dieselbe ist eine Verlängerung der Blütenachse und ist seitlich mit den 3 Narben, beziehungsweise Griffeln (Abb. 637, Fig. 2 *n* u. Fig. 15 *n*), verbunden. Von diesen 3 Narben sind zumeist 2 belegungsfähig und stehen seitlich, die 3. liegt dem Säulchen an und ist zu einem Haftorgan für die Pollenmassen umgebildet (Rostellum, Abb. 637, Fig. 15 *r* u. Fig. 2 *b*). Die Anthere steht selten aufrecht auf dem Säulchen, meist ist sie zum Rostellum übergeneigt (daher in Fig. 15 u. 16 das Filament bei *f*). Der Inhalt der Antherenfächer ist entweder pulverig oder die Pollenkörner sind zu Pollinien vereinigt; im letzteren Fall werden die Pollinien frei, indem die Antherenwand sich öffnet (Fig. 1 *p*) oder indem sie abfällt (bei den meisten epiphytischen Orchideen). Bei vielen Orchideen werden die Pollinien von dem die Blüte besuchenden Insekt herausgezogen, wobei eine am Rostellum gebildete Klebemasse (oft anfangs von einem häutigen „Beutelchen", Fig. 1 u. 2 *b*, bedeckt) eine Rolle spielt, die mit den Pollinien durch zarte Stränge (Caudiculae, Fig. 15 *c*) oder durch einen Gewebekörper (Stipes, Fig. 16 *s*) in Verbindung steht.[89]) Die Pollinien mit den Caudiculae und der Klebemasse werden als Pollinarien bezeichnet.

Die Pollenübertragung erfolgt in der Regel durch Insekten, bei einzelnen vielleicht durch Vögel; die Anpassung an den Insektenbesuch geht in den meisten Fällen ganz erstaunlich weit, die unendliche Mannigfaltigkeit der Orchideenblüte hängt z. T. mit den Verschiedenheiten dieser Anpassung zusammen. Bei einzelnen Gattungen kommt auch Autogamie vor. Die Anlockung der Tiere erfolgt, abgesehen von Farbe und Duft, durch Nektar, aber auch durch Pollenimitation (*Maxillaria*-Arten, *Polystachya*), Blütenwachs (*Ornithidium*-Arten), Futterhaare (*Maxillaria*-, *Oncidium*-, *Pleurothallis*-Arten u. a., vgl. Abb. 638) und Futtergewebe (*Catasetum*-, *Stanhopea*-, *Maxillaria*-, *Oncidium*-Arten u. a.)[90]). Ein Eingehen auf die mannigfachen, oft sehr komplizierten Arten des Bestäubungsvorganges ist hier nicht möglich, es sei nur erwähnt, daß bei demselben vielfach die verschiedensten Blütenteile durch eigenartige Ausbildungen zusammenwirken, um die Pollenmassen an ganz bestimmte Stellen des Tierkörpers zu bringen und diesen dann zu nötigen,

---

[89]) Vgl. Gellerth M., Anat. Stud. üb. d. Bau d. Orch.-Bl. Repert. spec. nov., Beih. XXV., 1923.

[90]) Vgl. Porsch O., Die Honigersatzmittel der Orchideenblüte im erl. Text. zu Taf. CXI u. CXII der Knyschen Wandtafeln (1908) und die dort zit. Lit.; Neuere Unters. üb. d. Insektenanlockungen d. Orch. Mitt. d. naturw. Ver. Steierm., XLV., 1908. — Beck G. v., Die Pollennachahm. in d. Bl. v. *Eria*. Sitzb. Akad. Wiss. Wien, 1915.

den Pollen auf die Narbe zu übertragen. Bei vielen *Ophrydeae* führen die durch Vermittlung der Klebemasse herausgezogenen Pollinien Bewegungen aus, infolge deren sie eine derartige Stellung einnehmen, daß sie bei Besuch einer zweiten Blüte mit den Narben in Berührung kommen. Bei *Catasetum* (trop. Amerika) besitzt die Columna zarte, stielförmige, reizbare[91])

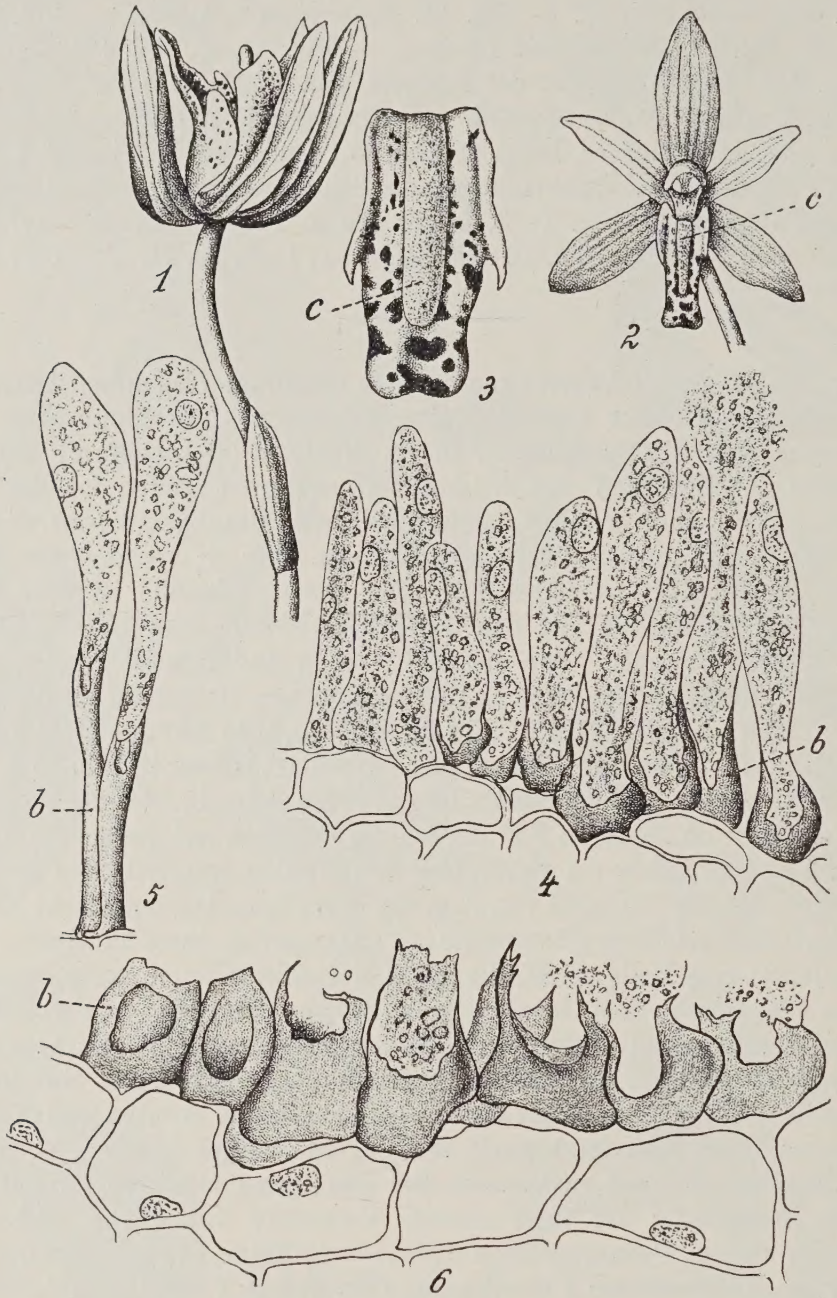


Abb. 638. *Orchidaceae*. — Futterhaarbildung bei *Maxillaria rufescens*. — Fig. 1. Ganze Blüte; Fig. 2 dieselbe von vorne. — Fig. 3. Lippe mit dem Futterhaarcallus *c*. — Fig. 4—6. Eiweiß- und fettreiche Futterhaare, *b* basale Membranverdickungen. — Fig. 2 nat. Gr., 1 u. 3 etwas, 4—6 stark vergr. — Nach Porsch.

Verlängerungen (Antennen), bei deren Berührung die Pollinien ausgeschleudert werden. Auch bei anderen Gattungen, z. B. *Cycnoches* (trop. Amerika), *Mormodes* (tropisch. Amerika) werden die Pollinien bei Berührung ausgeschleudert. Reizbare Lippen u. a. bei

[91]) Vgl. Guttenberg H. v., Über den Bau der Ant. bei einig. *Catas.*-Arten. Sitzber. d. Wiener Akad., m.-n. Kl., Bd. CXVII, 1908 und die dort zit. Lit.; Anat.-phys. Stud. an d. Bl. d. Orch. *Catasetum* u. *Cycnoches*. Jahrb. f. wiss. Bot., 56. Bd., 1915.

Masdevallia muscosa, bei *Caleana*- (Australien), *Pterostylis*- (Australien), *Caladenia*- (Australien) Arten[92]). Auffallender Blütendimorphismus bei *Oncidium ornithocephalum* (Kolumbien), *O. abortivum* (Karakas), *Renanthera Lowei* (Borneo), *Catasetum*. Verbreitung der meist winzigen Samen hauptsächlich durch den Wind. An der Innenseite der Kapselklappen finden sich bei mehreren Gattungen hygroskopische Schleuderhaare.

Fast über die ganze von Blütenpflanzen bewohnte Erde verbreitet, besonders in den Tropen und hier vielfach einen Hauptbestandteil der Epiphytenvegetation bildend.

Die Systematik der großen Familie (rund 15.000 Arten!) ist sehr schwierig. Im folgenden seien nur die Hauptgruppen nach Pfitzer angegeben.

Eine außerordentlich große Zahl von Arten wird in Gewächshäusern kultiviert und in diesen Kulturen wurden auch zahlreiche Kulturrassen und Hybriden (auch zwischen Angehörigen verschiedener Gattungen) erzielt[93]).

A. ***Pleonandrae.*** 2—3 Staubgefäße fertil. Alle 3 Narben bestäubungsfähig. — *Neuwiedia* (trop. Asien und Australien) mit 3 Staubgefäßen. — *Apostasia* (trop. Asien und Australien) mit 2 Staubgefäßen. — *Cypripedilum* und *Paphiopedilum* mit 2 Staubgefäßen. Zahlreiche Arten und viele Hybriden in Gärten kultiviert, die ersterwähnte Gattung besonders in den nördlich-extratrop. Gebieten und relativ weit nach Norden reichend, so *C. Calceolus*, Frauenschuh, in Europa und Asien, *C. macranthum* (Rußland, Japan), *C. guttatum* (Rußland, Kanada), *C. pubescens* und *C. parviflorum* (Nordamerika). — Von Ridley und Schlechter wurden die erstgenannten zwei Gattungen als *Apostasiaceae* von den Orchidaceen als eigene Familie abgetrennt und demgemäß der übrigbleibende Rest der Gruppe *A* als *Diandrae* bezeichnet.

B. ***Monandrae.*** Nur 1 Staubgefäß fertil. 2 Narbenlappen belegungsfähig, 1 zum Rostellum umgewandelt.

a) *Basitonae.* Die Antherenfächer verlängern sich im unteren Teil und entwickeln Caudiculae, welche die Pollinien mit den Klebemassen des Rostellums in Verbindung bringen. Die Anthere fällt niemals ab. Hierher gehört die Hauptmasse der extratropischen erdbewohnenden Orchideen der nördlichen Halbkugel, so Arten der Gattungen: *Ophrys* (hauptsächlich mediterran), *Orchis*, Knabenkraut (Europa, Asien, Nordafrika, Nordamerika), *Serapias* (medit.), *Herminium* (Europa, Asien), *Gymnadenia* (Europa, Asien), *Platanthera* (Europa, Asien, besonders Nordamerika). Von trop. und subtrop. Gattungen gehören hierher besonders *Habenaria* (trop. Asien und Amerika, auch Afrika), *Disa* (Afrika). — Die genannten Gattungen bilden die Gruppe der *Ophrydeae*. — Die Knollen der erwähnten außertropischen Gattungen liefern die medizinisch verwendeten „Tubera Salep", „Radix Salep" oder „Salep".

b) *Acrotonae.* Pollinien ganz ohne Anhangsgebilde, oder es entwickeln sich Caudiculae im oberen Teil. Antheren leicht abfallend.

α) *Acranthae.* Blütenstände terminal, am Ende der sympodial verbundenen Sprosse. Erdbewohnende Gattungen der nördl.-extratrop. Zone: *Cephalanthera*, *Helleborine* (= *Epipactis*), *Listera*, *Spiranthes* (auch im trop. Asien und Amerika), *Malaxis*, *Achroanthes*, *Calypso* (bis ins arktische Gebiet), *Limodorum*, *Epipogium*, *Coralliorrhiza*, *Neottia*; die 4 letztgenannten Saprophyten.

---

[92]) Vgl. Werth E., Das Perzeptionsorg. etc., Ber. d. d. bot. Ges., XXIX., 1911. — Haberlandt G., Üb. d. Sinnesorg. d. Lab. d. *Pterostylis*-Bl.. Sitzber. k. preuß. Ak. Wiss., 1912. — Jungmann W., Beob. üb. d. Entf. etc. v. *Masd. musc.*, Ber. d. d. bot., Ges., XXXIX., 1921.

[93]) Die wichtigsten Handbücher, welche zur Orientierung über die Orchideen der Gewächshäuser verwendet werden können, sind: Warner, Williams, Moore, The Orchid. Album. 1881. — Lindenia, Iconograph. d. Orchid. 1884 sqq. — Reichenbachia. 1885 sqq. — Veitch J., Manual of Orchid. pl. cultiv. under glass. I—IX. 1887 sqq. — Cogniaux A. et Goossens A., Dictionn. iconogr. d. Orchid. 1896 sqq. — Stein B., Orchideenbuch, Berlin 1892. — Costantin J., Atl. d. Orchid. cult. Paris. — Schlechter R., Die Orchideen, ihre Beschr., Kult. u. Züchtg. Berlin 1915.

Tropische, größtenteils epiphytische Gattungen, von denen Arten besonders häufig kultiviert werden: *Coelogyne* (z. B. *C. cristata*, Himalaya, *C. speciosa*, Java), *Masdevallia* (besonders Zentral- und Südamerika), *Pleurothallis* (Zentral- und Südamerika), *Stelis* (Zentral- und Südamerika), *Epidendrum* (südl. Nordamerika und trop. Amerika), *Cattleya* (Zentral- und Südamerika, besonders häufig kultiviert: *C. labiata*, Südamerika, *C. citrina*, Mexiko), *Laelia* (Zentral- und Südamerika, besonders häufig kultiviert: *L. anceps*, Mexiko, *L. furfuracea*, Mexiko), *Schomburgkia* (trop. Amerika), *Brassavola* (trop. Amerika), *Sophronitis* (Südamerika), *Sobralia* (trop. Amerika), besonders häufig kultiviert *S. macrantha*). — *Vanilla planifolia* (Mexiko, in den Tropen viel kultiviert) liefert die Vanille des Handels (Früchte), welche als Gewürz, in der Parfümerie usw. verwendet wird; die in der Parfümerie gebrauchten „Vanillons", auch „La Guayra-Vanille" genannt, stammen von *V. Pompona*. — Wegen des Andröceums von *Arundina* (Südostasien) vgl. S. 908.

β) *Pleuranthae*. Blütenstand seitenständig, nicht ein Glied des Sympodiums beschließend. — Größere und in Kulturen häufige Gattungen (durchwegs tropisch, meistens Epiphyten): *Phajus* (z. B. *Ph. Tankervilliae*, China), *Calanthe* (z. B. *C. veratrifolia*, trop. Asien, Australien), *Mormodes* (trop. Amerika), *Catasetum* (trop. Amerika, dimorphe Blüten, die ♂ bilden die *Catasetum*-Form, die ♀ die *Monachanthus*-Form[94]), *Lycaste* (besonders häufig kultiviert *L. Skinneri*, Mexiko), *Acineta*, (z. B. *A. Barkeri*, trop. Amerika), *Coryanthes* (trop. Amerika), *Stanhopea* (trop. Amerika, besonders häufig kultiviert: *S. eburnea*, Südamerika, *S. oculata*, Mexiko, *S. tigrina*, Mexiko u. a.), *Gongora* (trop. Amerika, z. B. *G. galeata*), *Zygopetalum* (trop. Amerika, z. B. *Z. Mackaii*), *Dendrobium* (trop. Asien, Australien, besonders häufig kultiviert: *D. Jenkinsii*, Indien, *D. nobile*, China u. a.), *Bulbophyllum* (trop. Asien und Afrika, selten in Amerika und Australien), *Cymbidium* (trop. Asien, Afrika, Australien, besonders häufig kultiviert: *C. pendulum*, *C. eburneum*, Ostindien, *C. Lowianum*, Burma), *Maxillaria* (trop. Amerika), *Scuticaria* (trop. Amerika), *Odontoglossum* (trop. Amerika, besonders häufig kultiviert: *O. crispum*, *O. grande*, *O. luteo-purpureum* u. a.), *Oncidium* (trop. Amerika, besonders häufig kultiviert: *O. Forbesii*, *O. crispum*, *O. varicosum*, *O. flexuosum*, *O. Papilio* u. a.), *Phalaenopsis* (trop. Asien, malay. Archipel, oft kultiviert: *P. Schilleriana*, *P. amabilis* u. a.), *Vanda* (trop. Asien, Australien, oft kultiviert: *V. tricolor*, *V. coerulea*), *Macroplectrum sesquipedale* (Madagaskar), *Aerides* (trop. Asien, malay. Archipel, oft kultiviert: *A. odoratum*, *A. crispum* u. a.).

8. Reihe. ***Spadiciflorae.***

Das gemeinsame Merkmal aller hierher und zur Reihe der *Pandanales* gehörenden Pflanzen liegt in der stark hervortretenden Tendenz der Vereinigung zahlreicher Blüten in dichten Infloreszenzen, verbunden mit relativer Vereinfachung der Einzelblüte. Dadurch wird schließlich der ganze Blütenstand ökologisch, besonders bei Zoogamie, vergleichbar mit einer Einzelblüte; für den ganzen Blütenstand übernehmen einzelne Organe jene Funktionen, die sonst in jeder Einzelblüte von bestimmten Organen versehen werden. So finden sich häufig einzelne oder mehrere Hochblätter (Spatha), welche die junge Infloreszenz schützend einhüllen (analog dem Kelche) oder als Schauapparat fungieren oder sonst den Tierbesuch regeln (analog der Korolle). In dieser Hinsicht sind die hier-

---

[94]) Rolfe A., On the sexual forms of *Catasetum* etc. Journ. Linn. Soc., XXVII., 1890.

her gehörenden Pflanzen ökologisch einigermaßen mit den Umbelliferen und den Compositen unter den Dicotyledonen vergleichbar.

Eingeschlechtige Blüten sehr häufig. Perianthium 2wirtelig oder $\pm$ reduziert. Fruchtknoten oberständig. Beeren, Steinfrüchte, Nüsse, nie Kapseln. Nährgewebe vorhanden oder fehlend.

In den Palmen sehen wir eine Familie mit Entomogamie und Anemogamie; in der Familie der *Araceae* eigentümliche, extreme Entomogamie.

Wie schon auf S. 852 ausgeführt wurde, umfassen die beiden folgenden Reihen der *Spadiciflorae* und *Pandanales* Pflanzen, bei denen der Monocotyledonentypus deutlich ausgeprägt ist, die aber doch nicht so leicht mit den bisher besprochenen Monocotyledonen in genetische Beziehungen gebracht werden können. Sie scheinen auf analoge Urformen, wie die *Helobiae* einerseits, die *Liliiflorae* und ihre Abkömmlinge anderseits zurückzugehen, aber eine selbständige Entwicklung genommen zu haben. Ihr nachweisbar hohes geologisches Alter steht damit im Einklange.

Die beiden Reihen der *Spadiciflorae* und *Pandanales* haben viel Gemeinsames, was in den früheren Auflagen dieses Buches dadurch zum Ausdrucke kommen sollte, daß sie in einer Reihe vereint wurden. Ich trage den Bestrebungen, die zweifellos bestehende Verschiedenheit deutlicher hervortreten zu lassen, Rechnung durch Auflösung dieser Reihe in zwei. Weiter möchte ich in der Zerteilung nicht gehen, da mir der Zusammenhang zwischen Palmen und Araceen durch Vermittlung der *Cyclanthaceae* einerseits, der Zusammenhang zwischen *Pandanaceae, Sparganiaceae* und *Typhaceae* anderseits klar zu sein scheint.

Von den beiden so entstehenden Reihen scheint mir die der *Pandanales* relativ stärker abgeleitet zu sein, was vor allem in der mehr hervortretenden Reduktion der Blüte sich äußert. Dabei zeigen die *Pandanaceae* noch stärkere Anklänge an die *Spadiciflorae,* speziell die Palmen und *Cyclanthaceae,* während die *Sparganiaceae* und *Typhaceae* als weiter reduzierte, extratropische Ausstrahlungen eines vorherrschend tropischen Typus erscheinen.

Die vorstehende Auffassung erhält eine wesentliche Stütze durch die Ergebnisse der sero-diagnostischen Untersuchungen[95]). *Palmae* und *Araceae* einerseits, *Sparganiaceae* und *Typhaceae* anderseits zeigten deutlich ihre Verwandtschaft, während die hier als *Spacidiflorae* und *Pandanales* bezeichneten Reihen keine so nahen Beziehungen zueinander ergaben.

1. Familie: ***Palmae***[96]). (Abb. 639 bis 645.) Ausdauernde, meist große Pflanzen mit unter- oder oberirdischen, meist baumförmigen, aber im oberen

---

[95]) Worseck E., Sero-diagn. Unters. üb. d. Verwandtsch. der Monoc. Botan. Archiv, II. Bd., 1922.

[96]) Drude O. in E. P., II. 3, S. 1, 1889; Nachtr., S. 49; Ergheft. I, S. 8, II, S. 8; Nachtr. III, S. 22; Nachtr. IV, S. 23 u. die dort zit. Lit. — Bobisut O., Zur Anat. einig. Palmenbl. Sitzb. Akad. d. Wissensch. Wien, 1904. — La Foresta P., Ric. s. periderma delle Palm. Contrib. biol. veg., III., 1905. — Borzi A., Impollinaz. dell'*Archontophoenix* etc. contr. biol. veget., III., 1905. — Beccari O., Le Palme d. gen. *Trachycarpus*, Webbia, 1905; Palmarum madagasc. synopsis, Bot. Jahrb., XXXVIII., 1906; Le palme americ. della tribu d. *Corypheae*, Webbia, II., 1907; Asiatic Palms, Ann. of the Roy. Bot.

Abb. 639. *Palmae.* — Fig. 1. Infloreszenz von *Bactris setosa* nach dem Abfallen der ♂ Blüten, mit der großen Spatha. — Fig. 2. ♂ Blüte v. *Caryota mitis.* — Fig. 3 u. 4. ♂ Blüte v. *Chamaerops humilis.* — Fig. 5. ♂ Blüte v. *Attalea Indaya.* — Fig. 6. ♀ Blüte v. *Bactris setosa.* — Fig. 7. Dieselbe längs durchschn. — Fig. 8. ♀ Blüte v. *Geonoma rubescens* nach Weglassung des äußeren Perianths. — Fig. 9. Gynöceum davon. — Fig. 10. Längsschn. d. d. Gynöceum v. *Lepidocaryum tenue* mit der Anlage der Schuppen der Fr. — *i* bedeutet in allen Fig. Blätter des inneren, *a* des äußeren Perianths. — Fig. 1 verkl., alle and. vergr. — Fig. 8—10 nach Drude, 1—7 Original.

Teile nicht oder wenig verzweigten Stämmen. Blätter relativ groß, meist strahlenförmig oder fiederig ± zerschlitzt. Blüten in einfachen oder

Gard. Calcutta, XI., 1908, Appendix 1913 u. 1914, XII., 1911 und 1921. — Gatin C. L., Quelqu. cas de polyembr. chez plus. esp. d. Palm., Rev. gen. d. Bot., XVII., 1905; Rech. anat. et chim. sur la germ. d. Palm., Ann. sc. nat., sér. 9., III., 1906; Format. periderm. d. l.

verzweigten, wenigstens anfänglich von großen Hochblättern (Spatha) umgebenen Infloreszenzen, meist eingeschlechtig. Perianth meist aus 6 in zwei Kreisen stehenden Blättern bestehend, alle Blätter gleich (korollinisch oder kelchartig) oder Kelch und Korolle. Staubgefäße 3 bis viele. Fruchtknotenblätter 3, frei oder einen 1- bis 3fächerigen Fruchtknoten bildend, jedes mit 1 Samenanlage (Abweichungen siehe unten); manchmal sind einzelne Fruchtknotenblätter rückgebildet. Beeren, Steinfrüchte, Nüsse. Samen mit großem, hartem Nährgewebe.

Bei der Keimung bleibt ein Teil des Kotyledo (analog dem Scutellum der Gramineen) als Saugorgan im Samen; entsprechend der Menge des Nährgewebes kann die Ernährung der jungen Pflanzen durch dasselbe sehr lange dauern (bei *Cocos nucifera* z. B. mehrere Jahre). Der Hauptstamm wächst in der Regel baumförmig empor, seltener ist er anfangs rhizomartig kriechend (*Ceroxylon*-, *Sabal*-Arten) oder dauernd unterirdisch (*Cocos*-, *Attalea*-Arten u. a.). Kletternde und dabei dünn bleibende Stämme bei den „Rotang"-Palmen (*Calamus*-, *Korthalsia*-, *Desmoncus*-, *Plectocomia*-Arten), bei denen geißelartige Verlängerungen der Blätter, die mit nach rückwärts gekrümmten Dornen (Emergenzen oder Blattfiedern) besetzt sind, oder ganz in geißelartige Bildungen umgewandelte Blätter als Kletterorgane fungieren. Die Stämme sind nicht selten mit Stacheln (*Astrocaryum*), Wurzeldornen (*Acanthorrhiza*) oder dornigen oder faserigen Blattstielresten bedeckt. Verzweigungen in der Krone sehr selten, so bei *Hyphaene*, bei anderen Gattungen gelegentlich. Die Blätter werden stets ungeteilt oder 2lappig angelegt; ungeteilte Blätter bei jungen Pflanzen häufig; die fiederige oder fächerförmige Teilung der Blätter der erwachsenen Pflanze geht auf sekundäre Spaltungen zurück; dauernd nur 2lappige Blätter bei einzelnen *Chamaedorea*-Arten; doppelt fiederteilige Blätter bei *Caryota*. Ligula- und Ochrea-artige Bildungen kommen vor. Die Ochreabildungen mehrerer *Korthalsia*-Arten stehen mit Myrmekophilie im Zusammenhang, ebenso eigentümliche, herabgeschlagene Fiedern bei einzelnen *Calamus*-Arten (Abb. 641). Nicht selten sind die untersten Fiedern der Blätter dornig (Schutzorgane). Die meist sehr ansehnlichen und vielblütigen Infloreszenzen stehen selten terminal (*Corypha*, *Metroxylon*, dann stirbt der Stamm nach dem Fruchten, resp. Blühen meist ab), meist achselständig. Die ähren- oder rispenförmigen Blütenstände sind, wenigstens in der Jugend, von großen Hochblättern (Blütenscheiden, Spatha) umgeben, die in der Einzahl oder in größerer Zahl vorhanden, häufig anfangs ringsum geschlossen sind. Monözie oder Diözie; Verteilung der beiden Geschlechter bei den monözischen Formen sehr verschieden, häufig die ♀ Blüten an den basalen Teilen der Infloreszenzen oder Infloreszenzäste. In bezug auf den Blütenbau weichen insbesondere *Phytelephas* und *Nipa* von den anderen Palmen bemerkenswert ab (siehe S. 926).

Pollenbildung (im Gegensatz zu den *Araceae*) simultan; vierkernige Embryosäcke bei *Chamaedorea*.

---

pet. du cotyl. de quelqu. Palm., Bull. soc. bot. Fr., 54., 1907; Observ. s. l'app. respirat. d. org. souterr. d. Palm., Revue gen. d. Bot., XIX., 1907; Polisperm. et polyembr. chez l. palm., Ass. franç. Avanc. Sc., XXXVII., 1908. — Drabble E., The transit. from stem to root in some palm. seedl. New Phytol., V., 1906. — Strasburger E., Üb. d. Verdickungsw. d. Stämme v. Palm. usw. Jahrb. f. w. Bot., 43., 1906. — Koop H., Anat. d. Palmenbl. mit bes. Ber. ihrer Abh. v. Klima u. Standort. Beih. bot. Zentralbl., XXII., 1., 1907. — Parish S. B., A Contrib. tow. knowl. of the gen. *Washingtonia*. Bot. Gaz., XLIV., 1907. — Möbius M., Die Perianthbl. v. *Coc. nucif.* Ber. d. d. bot. Ges., Bd. XXVIa, 1908. — Lloyd F. E., Developm. and nutrit. of the embryo etc. in the Date. Ann. Rep. Missouri Bot. Gard., 9., XXI., 1910. — Bauch K., Beitr. z. Entwickl. usw. d. Palmenblüte. Diss. Berlin, 1911. — Schoute J. C., Üb. d. Dickenw. d. Palm. Ann. Jard. bot. Buitenz., 2. sér., XI., 1912; Sur l. fiss. med. d. l. gaine fol. d. Palm., l. c., XIV., 1915. — Zurawska H., Üb. d. Keimg. d. Palm. Bull. Acad. Sc. Cracovie, 1912. — Söderberg E., Üb. d. Pollenentw. bei *Chamaedorea*. Sv. bot. Tidskr., XIII., 1919.

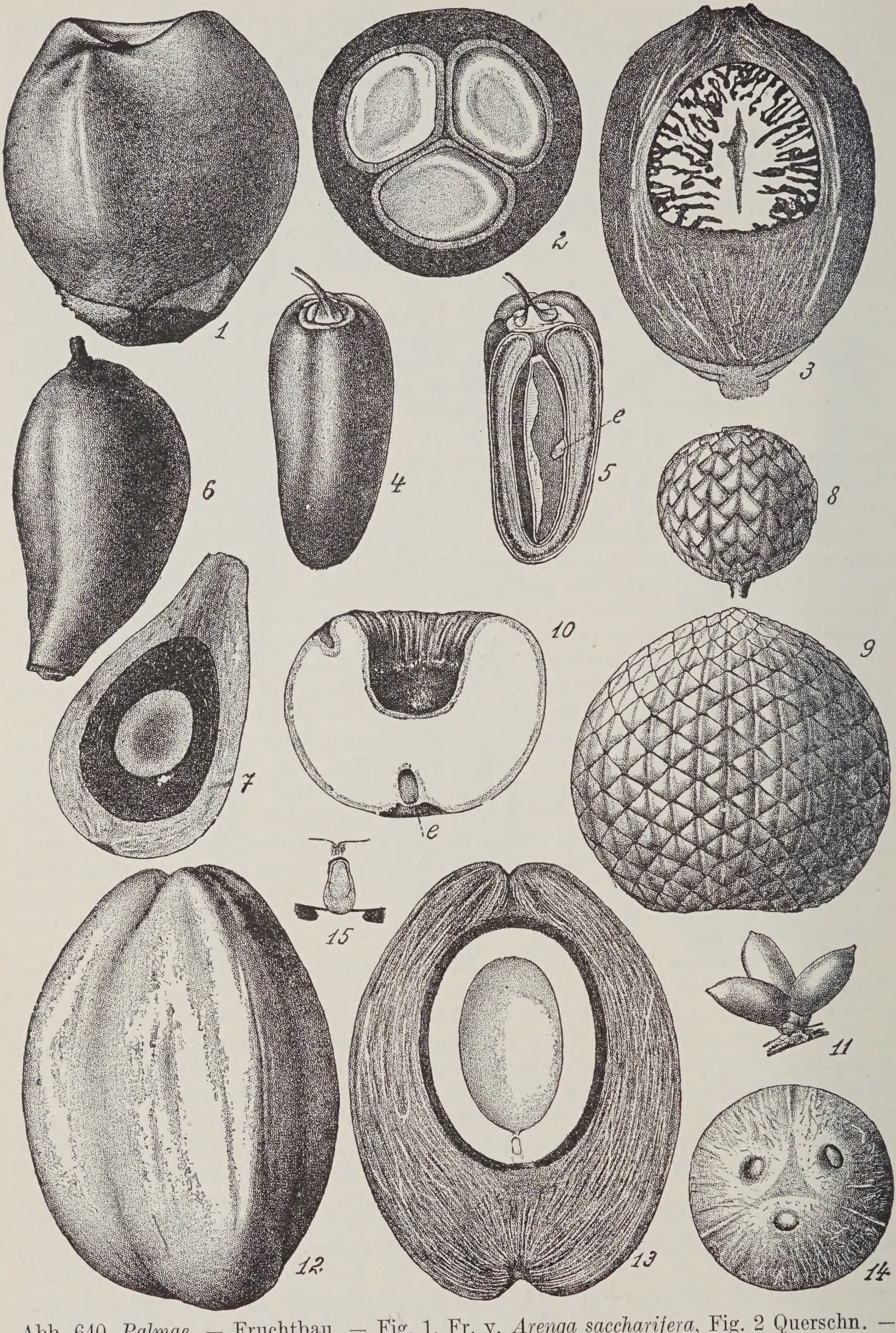


Abb. 640. *Palmae.* — Fruchtbau. — Fig. 1. Fr. v. *Arenga saccharifera*, Fig. 2 Querschn. — Fig. 3. Längsschn. d. d. Fr. v. *Areca Catechu.* — Fig. 4. Fr. v. *Phoenix dactylifera*, Fig. 5 Längsschn. davon, *e* Embryo. — Fig. 6. Fr. v. *Elaeis guineensis*, Fig. 7 Längsschn. davon. —

Fig. 8. Fr. v. *Calamus* sp. — Fig. 9. Fr. v. *Coelococcus* sp. — Fig. 10. Samen v. *C. carolinensis.* — Fig. 11. Fr. v. *Phoenix Jubae* (unreif) mit abnormerweise 3 fert. Fruchtknotenbl. — Fig. 12. Fr. v. *Cocos nucifera*, Fig. 13 dieselbe längs durchschn.; Fig. 14 Samen davon, von unten gesehen, mit den 3 Keimlöchern, davon 2 rudim.; Fig. 15 Embryo. — Fig. 1—8, 15 nat. Gr., 9—14 verkl. — Fig. 9 u. 10 nach Warburg, 1—8, 11—15 Original.

Entomogamie und Anemogamie. Viele Palmen sind sicher entomogam, besonders unmittelbar nach Öffnen der Spatha verbreiten sie intensiven Duft und werden von Insekten in großer Zahl besucht; andere Arten sind sicher anemogam.

Die Palmen gehören zu den bezeichnendsten Pflanzentypen der Tropen. Sie reichen nur wenig über das Tropengebiet hinaus; so nördlich in Eurasien bis in die südlichen Teile

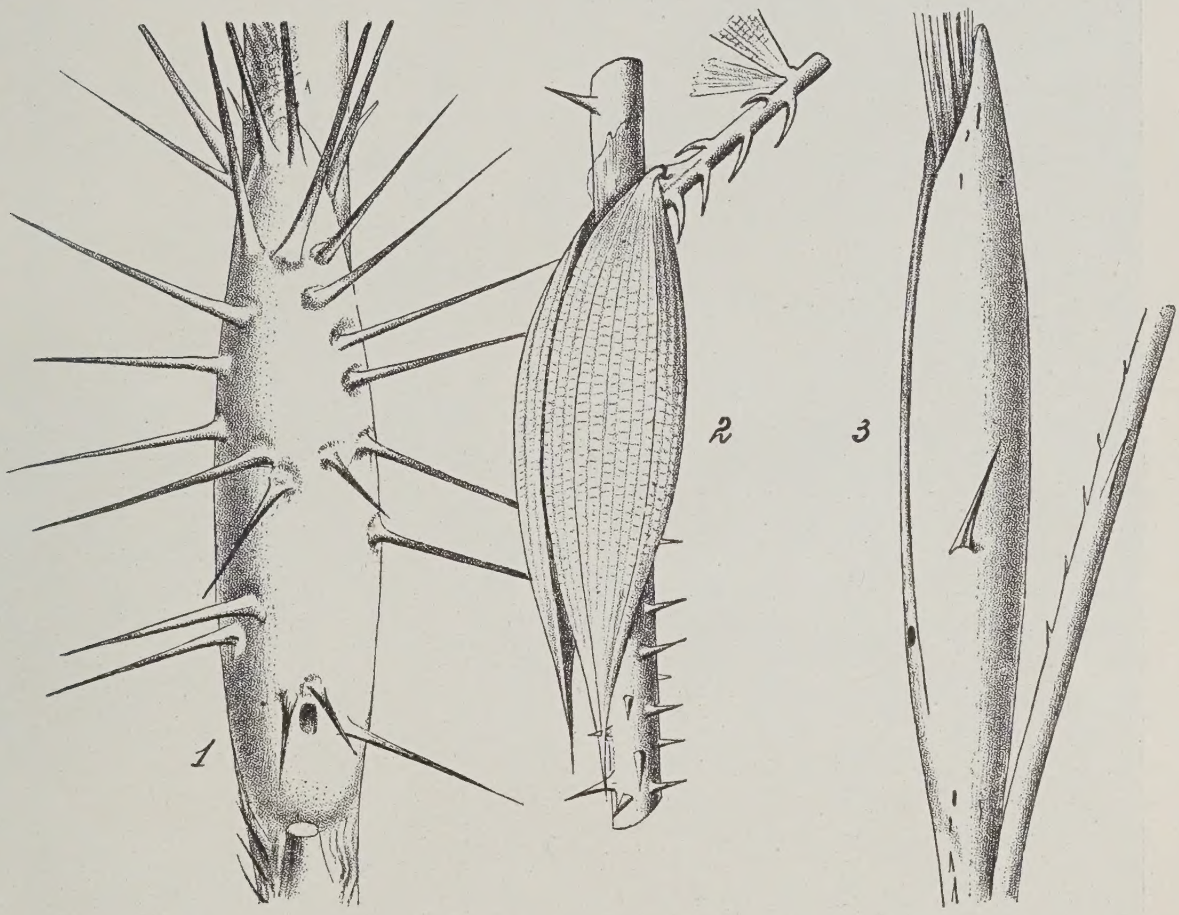


Abb. 641. *Palmae.* — Myrmekophile Einrichtungen bei Palmen. — Fig. 1. Ochrea von *Korthalsia echinometra.* — Fig. 2. Basale Blattfiedern von *Calamus angustifolia.* — Fig. 3. Ochrea v. *Korthalsia angustifolia.* — Verkl. — Nach Beccari.

des Mediterrangebietes, durch S.-China bis Korea und Süd-Japan, in Amerika von Kalifornien und Arizona bis Nord-Carolina. Die Artenzahl beträgt über 1000. Viele finden bei den Bewohnern der Heimatgebiete eine mannigfache Verwendung zu technischen Zwecken (Stämme, Blätter, Fasern aus denselben usw.) und als Nahrungsmittel (besonders die Gipfelknospen als Gemüse, ferner Palmwein, Öl).

Unterfamilien:

A. **Coryphoideae.** Perianth 6blättrig in 2 Wirteln. Gynöceum aus 3 freien oder lose verwachsenen Fruchtknotenblättern gebildet, deren jedes eine glatte beerenartige Frucht bildet. Blätter fächerförmig oder fiederig geteilt. — *Phoenix dactylifera* (Abb. 642), die Dattelpalme, von den Kanaren bis Indien, in neuerer Zeit auch im südlichen Teile von Nordamerika kultiviert, mit vielen Rassen. Von den 3 Fruchtknoten einer Blüte bleiben

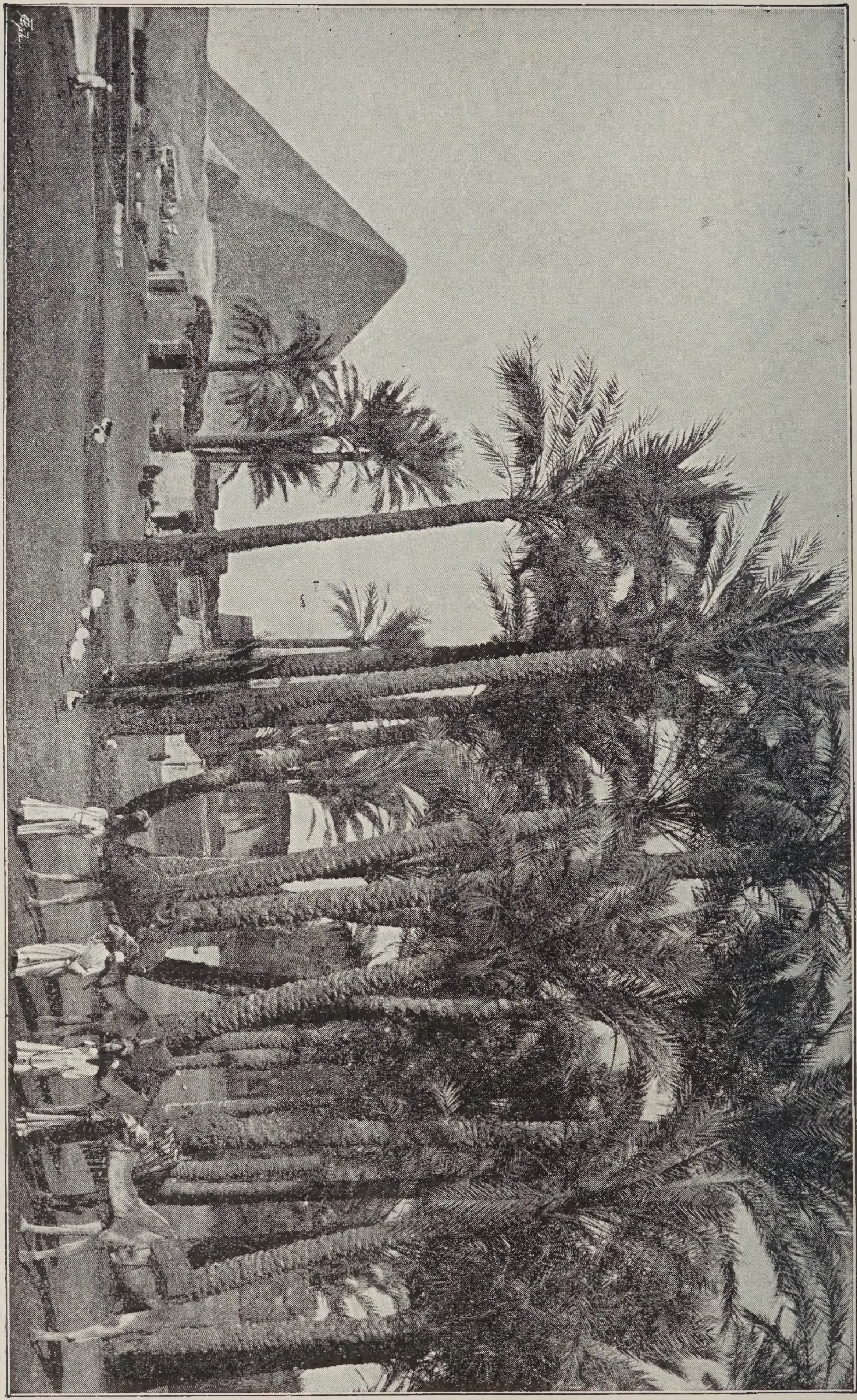


Abb. 642. *Palmae.* — *Phoenix dactylifera.* Ägypten. — Nach einer käuflichen Photographie.

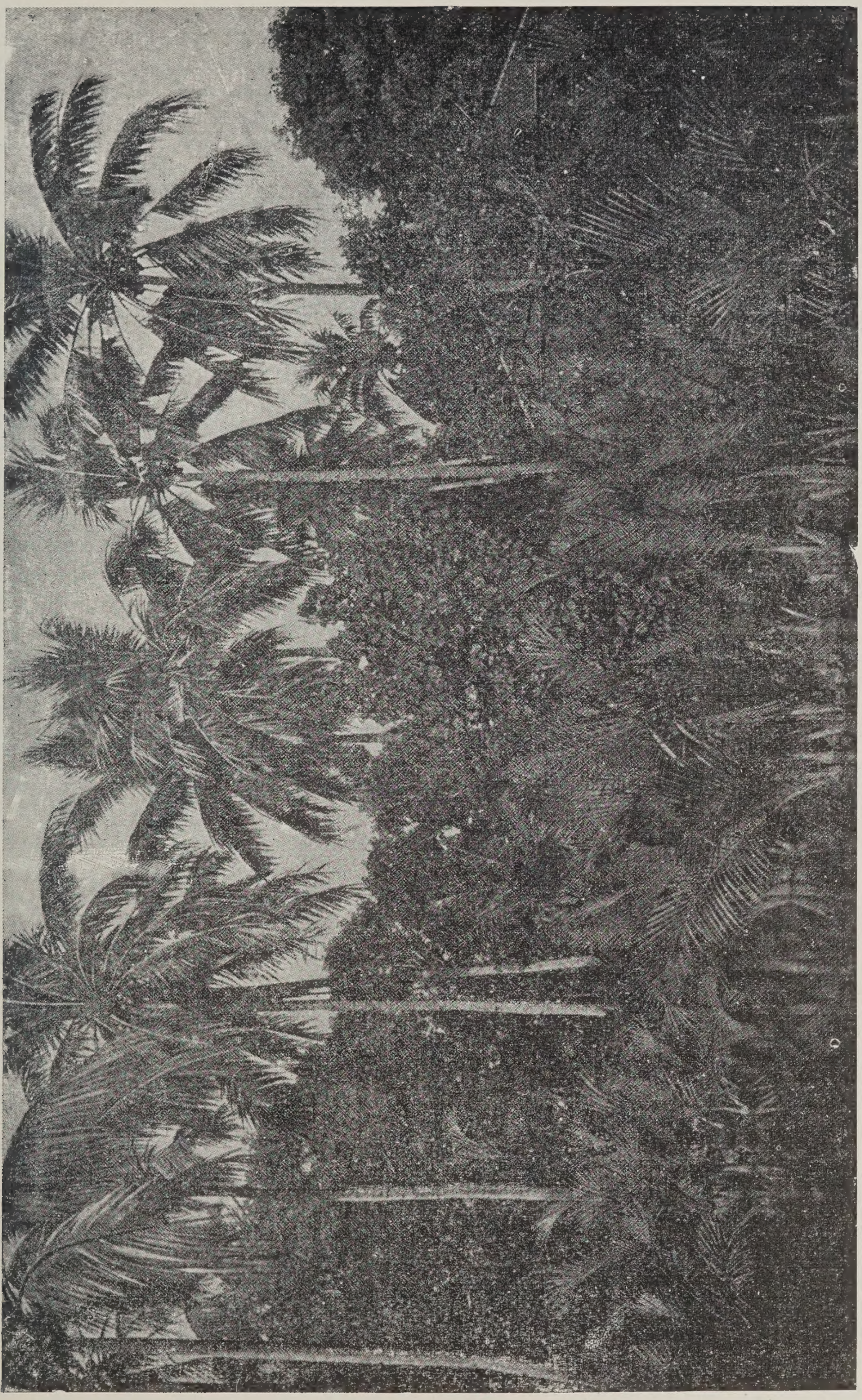


Abb. 643. *Palmae.* — *Cocos nucifera* und *Nipa fruticans* (im Vordergrunde). Strand bei Singapore. — Nach einer käuflichen Photographie.

meist 2 unentwickelt. Ihr nahestehend *Ph. silvestris* (Südwestasien, besonders Indien) und *Ph. Jubae* (= *Ph. canariensis*) (Kanaren). In wärmeren extratrop. Gebieten wird insbesondere letztere allgemein als Zierpflanze gezogen. — *Chamaerops humilis*, Zwergpalme, neben *Ch. macrocarpa* (Sizilien) einzige Palme Europas (westliches Mittelmeergebiet), häufig kultiviert. Die unter dem Namen „*Chamaerops excelsa*“ häufig kultivierte Palme ist *Trachycarpus excelsa* (China). *Chamaerops humilis* liefert die Hauptmenge des „Vegetabilischen Roßhaar“, „crin d'Afrique“ (Blattfasern). — *Corypha umbraculifera* (trop. Asien) mit riesigen, terminalen Infloreszenzen (monokarpisch), liefert Sago. — *Livistona chinensis* (China) und *L. australis* (Australien) häufig kultiviert, erstere oft unter dem Namen „*Latania borbonica*“. — *Copernicia cerifera*, Carnaubapalme (trop. Südamerika), liefert Wachs, „Carnaubawachs“ (Blätter). — *Sabal* (trop. Amerika), *S. Palmetto* in den südlichen Staaten von Nordamerika. — *Washingtonia filifera* (= *Pritchardia fil.*) (Kalifornien) in wärmeren Teilen extratrop. Gebiete, z. B. im europ. Mittelmeergebiet, insbesondere an der Riviera, als Zierbaum viel gepflanzt.

B. ***Borassoideae.*** Perianth wie bei *A.* Fruchtknoten aus 3 fest verbundenen Fruchtknotenblättern gebildet, deren jedes einen Steinkern ausbildet. Blätter fächerförmig. — *Hyphaene* (Afrika), *H. thebaica*, die Dum-Palme Ägyptens, mit eßbarem Fruchtfleisch, liefert in dem Samen „vegetabilisches Elfenbein.“ — *Borassus flabelliformis*, Deleb-Palme oder Palmyra-Palme (Afrika, trop. Asien, indo-malayisches Gebiet), liefert Palmwein, Piassavefasern. — *Lodoicea Seychellarum* (Seychellen) mit riesigen einsamigen Früchten, deren Steinkern 2lappig ist („Maledivische Nuß“).

C. ***Lepidocaryoideae.*** Perianth wie bei *A.* Fruchtknoten aus 3 fest verbundenen Fruchtknotenblättern gebildet, die zu einer 1samigen, von einem Schuppenpanzer (Abb. 639, Fig. 10 und Abb. 640, Fig. 8 u. 9) bedeckten Frucht werden. Blätter fächerförmig oder fiederig geteilt. — *Mauritia* (trop. Amerika), *Raphia Ruffia* (Ostafrika), *R. vinifera* (trop. Amerika und Westafrika), letztere liefert Palmwein, Raffiabast (aus den Blättern) und „afrikanische Piassave“. — *Metroxylon Rumphii* und *M. laeve*, „Sago-Palmen“ (Sundainseln), liefern „Sago“ (Stärke des Stamminnern). — Die Samen von *Coelococcus*-Arten (Polynesien) liefern „vegetabilisches Elfenbein“ (Abb. 640, Fig. 9 u. 10). — *Calamus* (trop. Asien, Australien, seltener Afrika) mit zahlreichen klimmenden Arten, liefert „spanisches Rohr“. Aus dem Fruchtfleisch von *C. Draco* wird ein Harz, „Drachenblut“, gewonnen, das vielfache Anwendung zur Verfertigung roter Lacke und Firnisse findet.

D. ***Ceroxyloideae.*** Perianth wie bei *A.* Fruchtknoten aus 3 miteinander verwachsenen Fruchtknotenblättern gebildet, die eine nicht schuppig gepanzerte Frucht liefern. Blätter gefiedert. — *Caryota* (trop. Asien, Australien; Abb. 644). — *Arenga saccharifera* (trop. Asien) liefert Palmwein, Zucker. — *Geonoma.* Artenreiche Gattung des trop. Amerika, vielfach kleine Palmen und zur Kultur geeignet. — *Ceroxylon andicola* (Anden) u. a. Arten liefern Wachs (Stammüberzug). — *Chamaedorea*, viele Arten des trop. Amerika in Gewächshäusern in Kultur. — *Oreodoxa regia* (Antillen) in den Städten des trop. Amerika überall als Zierbaum kultiviert. — *Euterpe* (trop. Amerika). — *Oenocarpus*-Arten (trop. Amerika) liefern Öl (aus den Früchten). — *Howea*- (Lord Howe-Ins.) u. *Kentia*-Arten (Molukken bis Neuseeland) werden in neuerer Zeit als widerstandsfähige Zimmerpflanzen immer mehr kultiviert. — *Areca Catechu*, die Betelnußpalme (indo-malay.), wird wegen der bei den Malayen beliebten „Betelnüsse“ (Samen) viel kultiviert. — *Elaeis melanococca* (äquator. Amerika) und *E. guineensis* (äquator. Afrika und Amerika), Ölpalmen, liefern Öl (Mesokarp und Samen). — *Attalea*, artenreich im trop. Amerika; *A. funifera* (Brasilien) liefert „Piassavefasern“ („brasilianische Piassave“). — *Cocos.* Artenreich im trop. Amerika; eine Art, *C. nucifera*, die Kokosnußpalme (Abb. 643), insbesondere in den Tropen der Alten Welt (vor allem an Meeresküsten). Letztere liefert im faserigen Mesokarp der Früchte die „Kokosfaser“, genießbare Samen (Endosperm zum Teil mandelartig, zum Teil flüssig) usw. Die Früchte werden auch viel nach Europa importiert. *C. Romanzoffiana* (Brasilien), *C. flexuosa* u. a. als Zierpflanzen viel kultiviert. — *Astrocaryum*, *Bactris* mit stacheligen Stämmen, artenreiche Gattungen des trop. Amerika. *A. vulgare* (Guyana) liefert „Aouaraöl“, „Tucum oil“.

Abb. 644. *Palmae.* — *Caryota urens.* Ceylon. — Nach einer käufl. Photographie.

E. **Phytelephantoideae.** Von den vorigen Unterfamilien wie die folgende durch die dicht gedrängt in kopfigen Fruchtständen stehenden Früchte stark abweichend. Perianth fehlend oder vielblättrig, aber wenig ausgebildet, ♂ Blüte mit zahlreichen Staubgefäßen, ♀ Blüte mit mehr (4—9)fächerigen Fruchtknoten.

Abb. 645. *Palmae.* — Fruchtstand von *Phytelephas* sp. und Samen davon. — Verkl. — Original.

Phytelephas. Sehr kurzstämmige Palmen mit Fiederblättern. Fruchtstände (Abb. 645) groß, kopfförmig, aus zahlreichen 1- bis 6samigen Früchten bestehend. Trop. Amerika. Die Samen bilden als „vegetabilisches Elfenbein" einen wichtigen Handelsartikel.

F. **Nipoideae.** ♂ Blüte mit 3 miteinander verwachsenen Staubgefäßen. ♀ Blüte mit einfächerigem Fruchtknoten.

Nipa fruticans, fast stammlose Fiederpalme, an den Küsten und Unterläufen der Flüsse im indo-malayischen Gebiet (Abb. 643).

2. Familie: **Cyclanthaceae**[97]). (Abb. 646.) Pflanzen vom Habitus kleinerer Palmen oder mit Adventivwurzeln kletternd und an *Araceae* erinnernd, mit 2spaltigen Blättern und kolbenähnlichen Infloreszenzen mit mehreren, oft korollinischen Spathen. Perianth fehlend oder aus schuppenförmigen Blättern bestehend. Staubgefäße 4 bis viele. Fruchtknoten in das Gewebe der Infloreszenzachse eingesenkt, 1fächerig, mit 2—4 parietalen Plazenten. Samenanlagen zahlreich. Einzelfrüchte beerenartig, zu Zönokarpien vereint.

Der Blütenbau dieser sehr merkwürdigen, in manchen Dingen den Palmen, in anderen Merkmalen der folgenden Familie nahestehenden Familie ist durchaus nicht vollkommen aufgeklärt. Bei *Carludovica* und verwandten Gattungen (Abb. 646, Fig. 3—7) stehen auf dem Kolben in regelmäßiger Stellung Bildungen, welche den Eindruck ♂ und ♀ Blüten machen (Fig. 4). Letztere besitzen außer dem Gynöceum je 4 sehr lange „Staminodien" (*st* in Fig. 3). Jede solche ♀ Blüte ist von 4 ♂ Blüten umgeben. Bei *Cyclanthus* stehen die

[97]) Drude O. in E. P., II. 3, S. 93, 1889; Nachtr. III, S. 28; Nachtr. IV, S. 27. — Ronte H., Beitr. z. Kenntn. d. Blütengest. einig. Tropenpfl. Flora, 1891. — Michaels H., Sur les can. gomm. chez l. *Carl. plic.*, Bull. soc. r. bot. Belg., 1900; Contrib. à l'ét. anat. d. org. veg. et flor. chez *Carl. plic.*, Arch. Inst. bot. Liège, II., 1900. — Oven E. v., Beitr. z. Anat. d. *Cycl.* Beih. z. bot. Zentralbl., XVI., 1904. — Seydel R., Zur Anat. u. Physiol. d. Cyclanth. Diss. Göttingen, 1910.

♂ und ♀ Blüten in abwechselnden Ringen oder Schraubengängen am Kolben (Fig. 1 u. 2). Nach Drude und den meisten neueren Autoren ist jede der als Blüten bezeichneten Bildungen bei *Carludovica* wirklich eine eingeschlechtige Blüte. Nach Ronte sind die Blüten zwitterig und zu jeder Blüte gehört eine ♀ und 4 ♂ „Blüten" im obigen Sinne (?). Be-

Abb. 646. *Cyclanthaceae.* — Fig. 1. *Cyclanthus bipartitus*, Infloreszenz; Fig. 2 Stück eines Längsschn. d. dieselbe, *p* Perianth, *st* Staminodien (nach der üblichen Deutung). — Fig. 3. Infloreszenz von *Carludovica* sp., *st* Staminodien. — Fig. 4. 1 ♀ und 2 ♂ Blüten von *Evodianthus* sp. im Längsschn. — Fig. 5. ♂ Blüte von *Carludovica* sp. — Fig. 6. Längsschn. d. eine ♀ Blüte v. *Carludovica palmata* nach der Bestäubung. — Fig. 7. Stück der Oberfläche eines abgeblühten Kolbens von *C. palm.* — Fig. 1, 3 etw. verkl., 2, 4—7 vergr. — Fig. 2 nach Drude, 4 nach Baillon, 1, 3, 5—7 Original.

stäubungsvorgang nicht genau bekannt. Entomogamie wahrscheinlich, doch auch Anemogamie möglich.

Nur im trop. Amerika. — *Carludovica, Cyclanthus.* Die Blätter v. *Carl. palmata* liefern Flechtmateriale (Panamahüte).

3. Familie: **Araceae**[98]). (Abb. 647 und 648.) Krautige ausdauernde Pflanzen mit Rhizomen oder Knollen, mit Haftwurzeln kletternde Pflanzen,

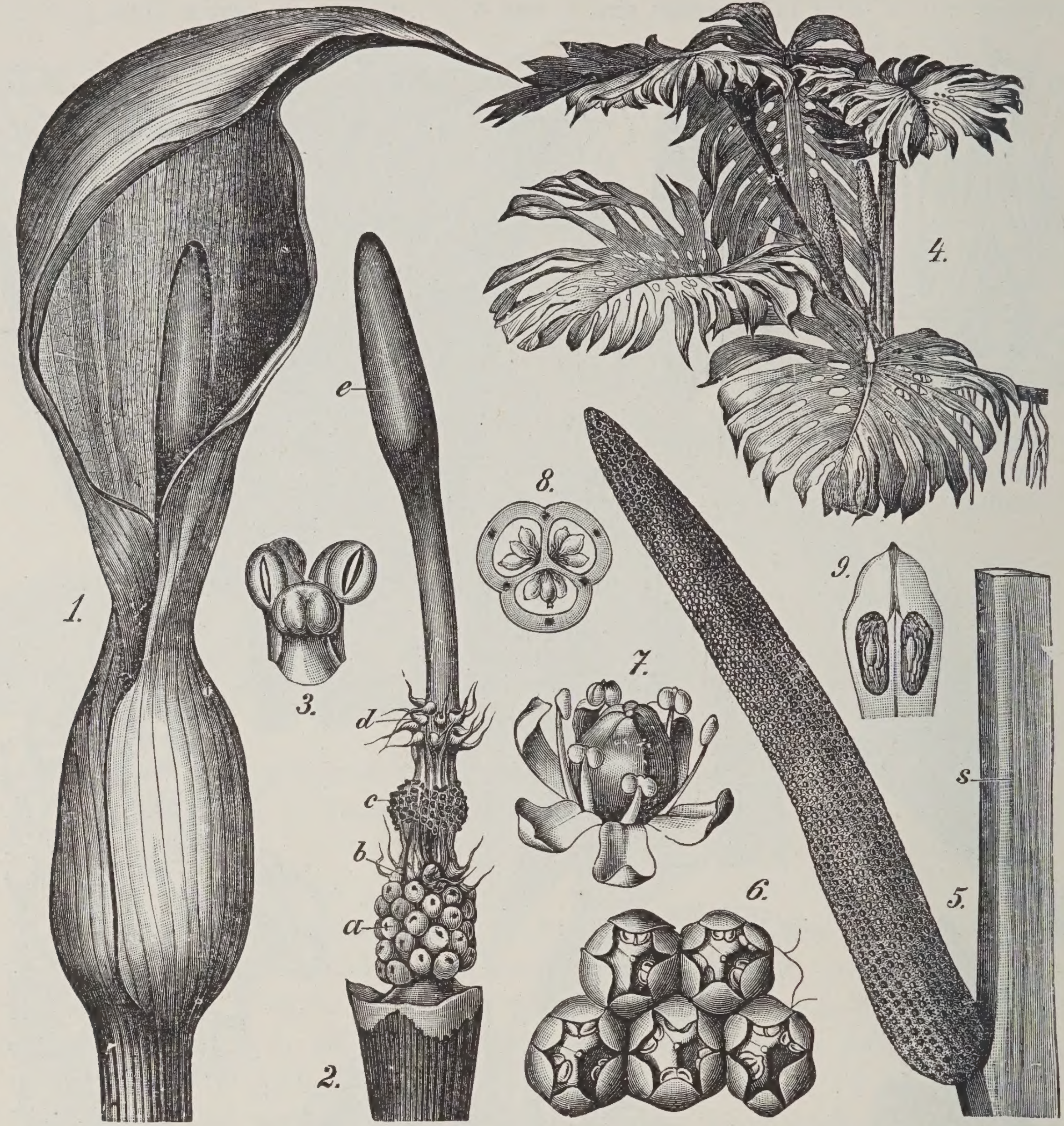


Abb. 647. *Araceae*. — Fig. 1. Infloreszenz von *Arum maculatum*. — Fig. 2. Dieselbe nach Entfernung der Spatha, *a* ♀ Blüten, *c* ♂ Blüten, *b* u. *d* sterile Blüten, *e* Appendix. — Fig. 3. ♂ Blüte von *Dracunculus vulgaris*. — Fig. 4. *Monstera deliciosa*. — Fig. 5. Infl. von *Acorus Calamus*, *s* Spatha. — Flg. 6. Blüten davon, Fig. 7 eine einzelne Blüte davon. — Fig. 8. Querschn., Fig. 9 Längsschn. durch d. Fruchtkn. v. *Acorus*. — Fig. 1, 2, 5 nat. Gr., 4 verkl., 3, 6—9 vergr. — Fig. 4 nach Maout u. Decaisne, Fig. 6—9 nach Berg u. Schmidt, Fig. 1—3, 5 Original.

Epiphyten, selbst strauch- bis baumförmig. Vielfach mit relativ großen Blättern. Blüten zwitterig oder eingeschlechtig, in einfachen, ähren-

[98]) Engler A. in E. P., II. 3, S. 102, 1889; Erghft. I, S. 8; Erghft. II (Nachtr. III), S. 29; Nachtr. IV, S. 27 und die dort zit. Literatur; *Araceae-Pothoideae* in Engler A., Pflanzenreich, IV., 23., 1905; *Monsteroideae* u. *Calloideae* (zus. mit K. Krause), a. a. O., IV., 23, 1908; *Larioideae* a. a. O., IV., 23., 1911; *Philodendroideae* (zus. mit K. Krause),

oder kolbenförmigen Infloreszenzen mit einem großen Hochblatt (Spatha) am Grunde derselben. Blüten außerordentlich verschieden gebaut, dimer oder trimer; Perianth vorhanden und mit 2 $\pm$ gleichen Wirteln oder mehr minder, bis zum Schwinden, reduziert, Staubgefäße 4—6 in 2 Wirteln oder $\pm$ zu einem Synandrium verbunden oder reduziert bis auf ein einziges. Fruchtknotenblätter 3 bis 1, mit sehr wechselnder Plazentation und Zahl der Samenanlagen. Beerenfrüchte.

Die Familie gehört, insbesondere in bezug auf den Blütenbau, zu den allermannigfaltigsten. In histologischer Hinsicht ist hervorzuheben das Vorkommen von Interzellularhaaren, von Milchsaftschläuchen, von Harzgängen und Gruppen verschleimter Zellen, durchwegs Eigentümlichkeiten, deren Vorkommen sich bei der systematischen Einteilung als sehr verwendbar erwiesen hat. Die Stämme sind monopodial oder sympodial gebaut, häufiger letzteres. Bei erdbewohnenden Formen sind knollenförmige Rhizome häufig (Abb. 648, Fig. 2 u. 3). Bei Epiphyten und klimmenden Formen starke Adventivwurzelbildung, nicht selten dabei Dimorphismus der Wurzeln, die zum Teil als Haftorgane, zum Teil als Luftwurzeln mit verschiedenen Funktionen dienen. Die meisten Luftwurzeln werden bei Berührung mit dem Boden zu Nährwurzeln. Der Übergang von der terrestrischen zur epiphytischen Lebensweise läßt sich bei Araceen vielfach sehr schön verfolgen. Blätter von verschiedener Form, häufig breit mit deutlich abgesetzten Stielen, einfach oder $\pm$ geteilt, bei einzelnen Formen eigentümlich durchlöchert; Gelenkspolster am Ende der Blattstiele bei *Pothoideae* u. *Monsteroideae*; Wasserspalten an den Blattspitzen häufig[99]). Vegetative Vermehrung durch blattbürtige knollige Sprosse bei *Amorphophallus bulbifer*, *Pinellia tuberifera* u. a., durch kleine, an eigenen Sprossen entstehende, dann abfallende Knospen bei *Remusatia* (Abb. 648, Fig. 9 u. 10), *Gonatanthus*. Bei den Formen mit Zwitterblüten ist häufig die Infloreszenz durchwegs gleich gebaut, in anderen Fällen endet sie in ein verschieden gebautes steriles Kolbenende (Appendix). Bei den Formen mit eingeschlechtigen Blüten herrscht Monözie vor, dabei kommt es zu verschiedener Verteilung der Blüten in einer Infloreszenz, am häufigsten sind die basalen Blüten ♀, die oberen ♂; dazu tritt noch häufig ein steriler Appendix. Komplikationen erfährt dann der Blütenstandbau durch Gruppen verschieden geformter und gestellter steriler Blüten, die mit dem Bestäubungsvorgang zusammenhängen. Außerordentlich verschieden sind die Funktionen (oft kombiniert) der Spatha; sie kann ein einfaches Schutzorgan für die Infloreszenz, ein Assimilationsorgan (*Acorus*), ein Schauapparat (z. B. *Anthurium*-Arten) sein, sie kann endlich

---

a. a. O., IV., 23., 1912—1915; *Colocasioideae*, a. a. O., IV., 23., 1920; *Aroideae* u. *Pistioideae*, a. a. O., IV., 23., 1920; Pars generalis, a. a. O., 1920. — Mac Dougal D. T., Seedl. of *Arisaema*. Torreya, I., 1901. — Rennert R. J., Seeds and seedl. of *Arisaema*. Bull. Torrey Club, XXIX., 1902. — Campbell D. H., Stud. in the *Arac.* the Embryo-sac and Embr. of *Aglaonema* etc. Ann. of Bot., XVII., 1903; Stud. in the *Arac.* III., l. c., XIX., 1905. — Sodiro R. P. L., Contrib. al conoc. de la fl. ecuator. Monogr. II. An. Univ. Quito, 1903; Supl. II., 1906. — Rosendahl C. O., Prelim. note on the embryogen. of *Symplocarpus*. Science, N. S., 23., 1906. — Tieghem Ph. v., Rem. sur l'organis. flor. et la struct. de l'ovule des Arac. Ann. sc. nat., 9. sér., V., 1907. — Gow J. E., Embryogen. of *Arisaema triph.*, Bot. Gaz., XLV., 1908; Observ. on the morph. of the *A.*, Bot. Gaz., LVI., 1913. — Mücke M., Üb. d. Bau u. die Entw. der Früchte usw. v. *Acorus Cal.* Bot. Zeitg., 66., 1908. — Hruby J., Le genre *Arum*. Bull. Soc. bot. Genève, IV., 1912. — Pickett F. L., The developm. of the embryos. of *Arisaema*. Bull. Torr. bot. Cl., XL., 1913. — Jacobson Palay R., Periplasmod. d. l. Anth. d. *Arum*. Bull. soc. bot. Genève, 2., T. XII, 1920; Sur le suc. d. *Arisarum*, l. c.; S. l. haust. d. *Arum*, l. c. — Gatin C. L., De l'embr. et de la germ. des A. Ann. sc. nat. Bot., 10. sér., III., 1921. — Knoll F., Neues üb. Insektenfang eines Aronst., Umschau, 1913; Lückenepiderm. d. *Arum*-Spatha, Österr. bot. Zeitschr., 1923.

[99]) Molisch H., Das Hervortreten von Wassertropfen an d. Blattspitze usw. Ber. d. d. bot. Ges., XXI., 1903.

die Infloreszenz ± röhrenförmig umgeben und den Insektenbesuch regeln (Abb. 647, Fig. 1). In dem letzten Fall bildet sie, oft im Vereine mit den erwähnten sterilen Blüten, Fallen für Insekten (besonders Dipteren). Die Anlockung derselben erfolgt durch Farben und Duftstoffe, deren Träger der obere Teil der Spatha oder der Kolbenappendix oder beide sein können. Die Bestäubung der Araceen mit nicht geschlossener Spatha erfolgt gewiß auch größtenteils durch Tiere, ist aber wenig untersucht; nach einzelnen Beobachtungen (vgl. z. B. die Bestäubung einer *Philodendron*-Art durch Käfer nach Hubbard in Insect. Life, VII., 1895) ist diesbezüglich noch die Entdeckung überaus merkwürdiger Vorgänge zu erwarten. Auffallende Temperaturerhöhungen in den Blütenständen häufig[100]). Keimung der Samen an der Mutterpflanze bei *Cryptocoryne* (indo-malay.)[101]). Verbreitung der Samen hauptsächlich durch Vögel, welche die fleischigen Früchte verzehren; bei vielen, insbesondere Epiphyten, wird dies dadurch begünstigt, daß die kleinen Samen in eine klebrige Masse eingebettet sind, die durch Verschleimung von Geweben im Innern der Früchte entsteht. Sukzedane Pollenbildung; 4kerniger Embryosack bei *Spathicarpa*.

Hauptsächlich in den Tropen verbreitet; nur etwa 8% der Arten extratropisch; den arktischen und antarktischen Gebieten fehlt die Familie ganz.

System nach E. Engler:

A. ***Pothoideae.*** Landpflanzen. Keine Milchsaftschläuche und keine Interzellulartrichome. Blüten zwitterig. — *Acorus Calamus*, Kalmus (nördl. extratrop.), liefert das medizinisch verwendete „Rhizoma Calami". In Europa, wohin die Pflanze aus Ostasien um die Mitte des 16. Jahrh. kam, bildet sie infolge gehemmter Pollen- und Samenanlagenbildung keine Früchte. — Größere Gattungen: *Pothos* (Tropen von Asien, Afrika, Australien und die dazwischen liegenden Inselgruppen), *Anthurium* (trop. Amerika). Bei der ersterwähnten Gattung nicht selten flächig verbreiterte Blattstiele oder Nischenblätter. Viele *Anthurium*-Arten Zierpflanzen der Glashäuser mit schön gefärbten Spathen oder prächtigen Blättern, so *A. Scherzerianum*, *A. Andraeanum*, *A. Lindenianum* u. a. mit vielen Formen und Hybriden. — *Zamioculcas* (Ostafrika) mit gefiederten Blättern.

B. ***Monsteroideae.*** Landpflanzen. Keine Milchsaftschläuche. Interzellulartrichome. Blüten zwitterig. — *Monstera deliciosa* (trop. Amerika) (Abb. 647, Fig. 4) mit durchlöcherten Blättern, wird sehr häufig (unter dem Namen „*Philodendron pertusum*") als Zierpflanze kultiviert. Die Früchte werden als Obst verwendet. — *Spathiphyllum* (trop. Amerika).

C. ***Calloideae.*** Land- oder Sumpfpflanzen. Gerade Milchsaftschläuche in den Gefäßbündeln. Blüten meist zwitterig. — *Calla palustris*. Sumpfbewohnend in Europa, Nordasien, Nordamerika. — *Orontium* (atlant. Nordam.).

D. ***Lasioideae.*** Ähnlich wie *C.* Meist Knollengewächse, vielfach mit geteilten Blättern. — Hierher mehrere Gattungen mit großen, oft riesigen Infloreszenzen, mit alljährlich nur einem zur Entwicklung kommenden, allerdings sehr großen Laubblatt, so *Amorphophallus* (trop. Afrika und Asien), *Dracontium* (trop. Amerika). Mehrere Arten, wie *A.* (*Hydrosme*) *Rivieri*, *A. bulbifer*, *A. titanum* u. a. als Kuriosa gern kultiviert.

E. ***Philodendroideae.*** Vorkommen und Milchsaftschläuche wie bei *C.* Blüten eingeschlechtig. Blätter mit parallelen Seitenbündeln. — *Philodendron*. Artenreiche Gattung des trop. Amerika. Viele Arten in Gewächshäusern kultiviert, so *Ph. bipinnatifidum*, *Ph. grandifolium*, *Ph. cannaefolium* u. a. — *Dieffenbachia* (trop. Amerika). Mehrere Arten, insbesondere in Formen mit bunten Blättern, häufig kultiviert. — *Zantedeschia* (Südafrika). *Z. aethiopica*, unter dem Namen „*Calla aeth.*" oder als „*Richardia*" viel kultivierte Zierpflanze; ebenso *Z. albomaculata*.

F. ***Colocasioideae.*** Land- oder Sumpfpflanzen. Verzweigte Milchsaftschläuche. Blüten eingeschlechtig. Staubgefäße zu Synandrien vereint. — *Alocasia* (indo-malay.). Mehrere Arten (z. B. *A. macrorrhiza*, *A. indica*) liefern nach dem Entfernen giftiger Stoffe (durch Kochen) Gemüse. Häufig in Gewächshäusern der schönen Blätter halber kultiviert, so *A. Lowii*, *A. Veitchii* u. a. — *Colocasia* (indo-malay.). *C. antiquorum* wird ähnlich verwendet

---

[100]) Leick E., Unters. üb. d. Blütenwärme d. *A.* Greifswald 1910; Die Erwärmungstypen d. *Arac.* usw. Ber. d. d. bot. Ges., XXXIII., 1915.

[101]) Vgl. Goebel C. in Flora, 1897, S. 426.

wie *Alocasia macr.* Häufig als Zierpflanze gezogen. Bei *C.*-Arten sehr auffallende Wasserausscheidungen an der Blattspitze. — *Caladium* (trop. Amerika). Mehrere Arten, wie *C. bicolor*, wegen der rot oder weiß gefleckten Blätter in zahlreichen Formen in Gewächshäusern, in den Tropen im Freien, kultiviert.

Abb. 648. *Araceae.* — Fig. 1. Infloreszenz v. *Dieffenbachia picta.* — Fig. 2. *Sauromatum guttatum.* — Fig. 3. *Amorphophallus Rivieri.* — Fig. 4. Infl. v. *Spathicarpa sagittifolia.* — Fig. 5. Infl. von *Arisarum proboscideum*, geöffnet. — Fig. 6. ♀ Blüte v. *Arisarum vulgare.* — Fig. 7 u. 8. Infl. v. *Ambrosinia Bassii*, 7 längs durchschn. — Fig. 9. Sproß von *Remusatia vivipara* mit veget. Knospen. — Fig. 10. Eine Gruppe solcher Knospen. — Fig. 11 u. 12. Infl. v. *Pistia Stratiotes*, 11 längs durchschn. — In Fig. 1, 7, 11 bezeichnet *a* die ♂, *b* die ♀ Blüten. — Fig. 1, 4, 7, 8, 9 nat. Gr., 2 u. 3 verkl., sonst vergr. — Fig. 11 u. 12 nach Engler, 6 nach Schott, sonst Original.

G. ***Aroideae.*** Land- oder Sumpfpflanzen. Gerade Milchsaftschläuche. Blüten eingeschlechtig. Staubgefäße oft frei. Knollenpflanzen. — *Arum*, Aronstab (Mittelmeergebiet und Europa). Knollen geröstet oder trocken genießbar. *A. maculatum* (Mitteleuropa) (Abb. 647, Fig. 1 u. 2). — *Sauromatum guttatum* (Indien) u. a. häufig wegen der außerhalb der Erde Infloreszenzen treibenden Knollen als Kuriosum kultiviert (Abb. 648, Fig. 2). —

Spathicarpa (Südamerika). Kolben mit der Spatha der Länge nach verwachsen (Abb. 648, Fig. 4). — *Helicodiceros muscivorus* (mediterran). *Arisaema* (Asien, Afrika, Nordamerika), *Ambrosinia* (mediterran), *Arisarum* (mediterran) u. a.

H. **Pistioideae.** Schwimmende Wasserpflanzen. Keine Milchsäftschläuche. In jedem Kolben nur 1 ♀ und wenige ♂ Blüten. — *Pistia Stratiotes* in den Tropen weit verbreitet.

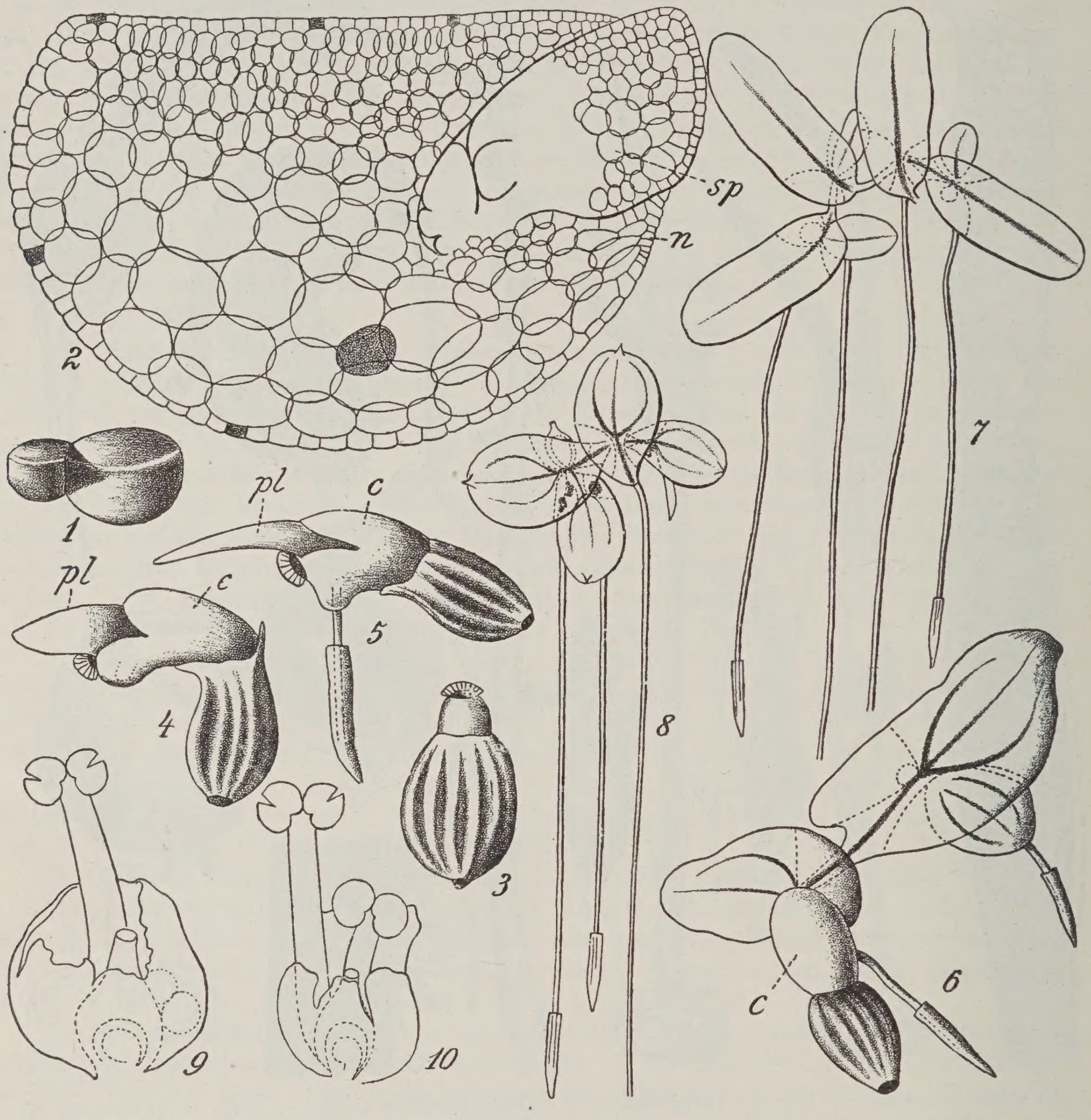


Abb. 649. *Lemnaceae.* — Fig. 1. *Wolffia arrhiza*, ganze Pfl. — Fig. 2. *W. brasiliensis*, Längsschn., *n* Narbe nach dem Abfallen vom Muttergliede, *sp* Tochterglied. — Fig. 3 bis 6. Keimung von *Lemna trisulca*; *c* Kotyledo, *pl* erstes Glied. — Fig. 7. *Lemna valdiviana*, ganze Pfl. — Fig. 8. *L. angolensis*, ganze Pfl. — Fig. 9 u. 10. Blütenstände von *L. trisulca.* Fig. 1, 7 u. 8 etwa 10fach, 3—6 etwa 20fach, 2, 9, 10 stärker vergr. — Nach Hegelmaier.

4. Familie: **Lemnaceae**[102]). (Abb. 649.) An das Wasserleben in sehr hohem Maße angepaßte Pflanzen, bei denen sich eine so weitgehende Re-

[102]) Engler A. in E. P., II. 3, S. 155, 1889. — Hegelmaier F., System. Übers. d. *L.* Bot. Jahrb., XXI., 1896. — Thompson Ch. H., A revis. of the Am. *Lemn.* occ. north of Mex. Rep. Miss. bot. gard., 1897. — Rostowzew S., Zur Biol. u. Morph. d. Wasserlinsen.

duktion der vegetativen Organe findet, wie eine solche bei Blütenpflanzen sonst nicht vorkommt. Ganze Pflanze aus Gliedern bestehend, welche Blattcharakter haben und nur am Grunde einen als eine reduzierte Sproßachse deutbaren Teil besitzen. Manchmal fehlen auch Wurzeln. Die jungen Glieder bleiben mit jenen, auf denen sie entstanden, in Verbindung oder lösen sich von ihnen los. Blüten einhäusig. ♂ Blüten nur aus 1 Staubgefäß, ♀ Blüten aus einem Fruchtknoten mit mehreren grundständigen Samenanlagen bestehend.

Infolge der außerordentlichen Vereinfachung aller Teile erscheint die Zuweisung der *L.* zu den *Spadiciflorae* im ersten Momente etwas überraschend; trotzdem kann es kaum einem Zweifel unterliegen, daß wir es hier mit einem an die *Araceae* sich anschließenden, sehr extremen Anpassungstypus dieser Reihe zu tun haben (Annäherungen unter den *Araceae* bei *Pistia*). Das kleine, oft blatt- oder linsenförmige Glied versieht hier alle vegetativen Funktionen, besonders bei den wurzellosen Formen. Differenzierung in Luftsprosse (auf der Wasseroberfläche) und untergetauchte Wassersprosse, Ausbildung besonderer Überwinterungssprosse kommt vor. Die häufig erfolgende, baldige Loslösung der Seitenglieder bedeutet eine vegetative Fortpflanzung; das seltene Blühen mancher Arten dürfte damit im Zusammenhang stehen. Beim Keimen öffnet sich die Samenschale mit einem Deckel (Abb. 649, Fig. 3—6).

Über den größten Teil der Erde verbreitet; manche Arten bilden oft ansehnliche Ansammlungen auf der Oberfläche stehender Gewässer.

Spirodela. Glieder mit mehreren Wurzeln. *Sp. polyrrhiza*, sehr verbreitet (Europa, Asien, Nordamerika, aber auch in den Tropen). — *Lemna*, Wasserlinse, Glieder mit je 1 Wurzel. Verbreitete Arten: *L. trisulca* mit Wasser- und Luftsprossen, *L. minor*, *L. gibba* nur mit Luftsprossen. — *Wolffia*, wurzellos. *W. arrhiza* (Europa zerstreut, Afrika, Australien, südl. Asien). —

9. Reihe. *Pandanales.*

Der vorigen Reihe nahestehend, von ihr hauptsächlich durch die einfachen, linealen Blätter und die weitergehende Reduktion des Perianthiums verschieden.

Die Beziehungen zwischen *Pandanales* und *Spadiciflorae* wurden bereits auf Seite 917 besprochen. Speziell die *Pandanaceae* weisen im Blütenbaue und in der Bildung der Fruchtstände Beziehungen zu den *Phytelephantoideae* und *Nipoideae* unter den Palmen auf; auch bei den *Cyclanthaceae* finden sich Ähnlichkeiten.

Ein Merkmal der *Pandanales*, das den *Spadiciflorae* fehlt, scheint die starke Vermehrung der Antipodenzellen im Embryosacke zu sein. Auf Grund des sero-diagnostischen Verhaltens wurden relativ nahe Beziehungen der *Pandanales* zu den *Helobiae* angenommen. Ganz abgesehen von den starken Verschiedenheiten im morphologischen Bau sprechen folgende Eigentümlichkeiten der *Pandanales* dagegen: die für die *Helobiae* charakteristische Art der Endospermbildung („*Helobiae*-Typus") fehlt den *Pandanales;* ein Periplasmodium ist in den Pollensäcken nicht vorhanden; dazu kommt die schon erwähnte Vermehrung der Antipodenzellen.

Moskau 1905 (russisch). — Blodgett F. H., Morphol. of the *Lemna* frond. Bot. Gaz., LX., 1915; The embryo of *Lemna*. Am. Journ. of Bot., X., 1923. — Goebel K., Zur Orgonogr. d. *Lemnac.* Flora, N. F., 14. Bd., 1921.

1. Familie: ***Pandanaceae***[103]). (Abb. 650 bis 652.) Baum- oder strauchförmig oder kletternd, mit einfachen, schmalen, schraubig, seltener 2- bis 4zeilig gestellten, oft dornig gezähnten Blättern. Blüten in kolbenförmigen Infloreszenzen, eingeschlechtig. Am Grunde der Infloreszenzen scheidenförmige, oft korollinische Hochblätter. Perianth fehlend oder rudimentär. Staubgefäße in unbestimmter Zahl, oft viele. Fruchtknoten aus 1 bis vielen Fruchtknotenblättern gebildet, 1- bis vielfächerig. Samen-

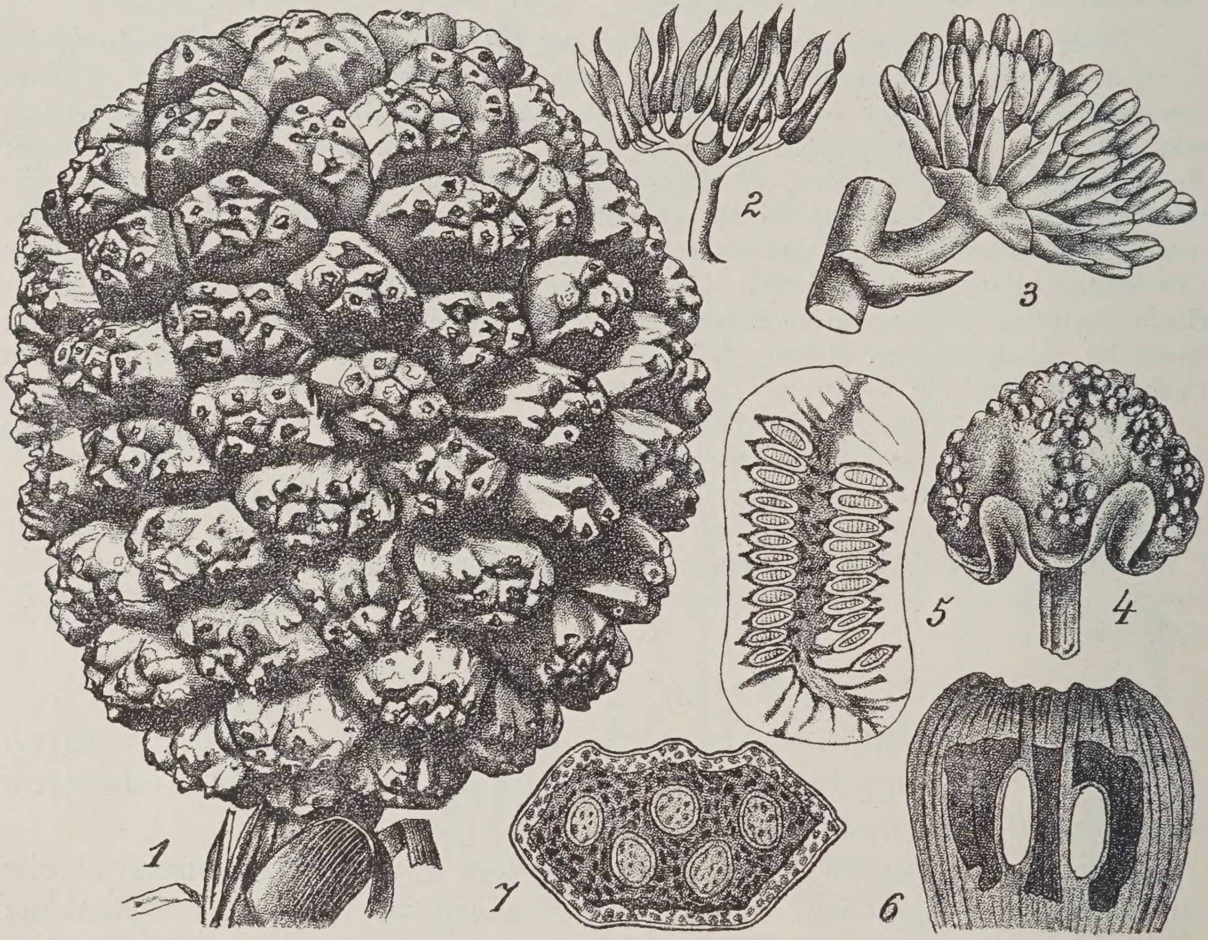


Abb. 650. *Pandanaceae.* — Fig. 1. Fruchtstand von *Pandanus* sp. — Fig. 2. ♂ Blüte von *P. Lais.* — Fig. 3. ♂ Blüte v. *Sararanga sinuosa.* — Fig. 4. ♀ Blüte davon. — Fig. 5. Querschn. durch d. Fruchtkn. davon. — Fig. 6. Längsschn. durch d. oberen Teil der Fr. v. *Pandanus tenuifolius.* — Fig. 7. Querschn. d. d. Fr. von *P. utilis.* — Fig. 1. verkl., Fig. 2—5 vergr., 6 u. 7 nat. Gr. — Fig. 1. Original, 3—5 nach Hemsley u. Stapf, 2, 6, 7 nach Warburg.

anlagen in jedem Fache 1 bis viele. Beeren- oder Steinfrüchte, zu kopfförmigen Fruchtständen verbunden.

[103]) Solms H. Grf. in E. P., II. 1, 1889; Nachtr. IV, S. 6. — Warburg O., *Pandanaceae* in Engler A., Pflanzenreich, 3. Heft, 1900. — Gillain G., Beitr. z. Anat. d. Palmen- u. Pandan.-Wurzeln. Bot. Zentralbl., LXXXIII., 1900. — Carano E., Ric. sulla morfol. delle *Pandan.* Ann. di Bot., V., 1906. — Schoute J. C., Die Verästelung von *Pandanus*, Ann. jard. bot. Buitenz., XX., 1906; Über die Verdickungsweise des Stammes v. *P.*, l. c., 1907. — Campbell D. H., The embryosac of *Pand.*, Bull. Torr. bot. Cl., XXXVI., 1909; Ann. of Bot., XXII., 1908 und XXV., 1911. — Martelli H., Enumerazione d. *P.* Webbia, IV., 1913. — Porsch O., Blütenstände als Vogelblumen. Öst. bot. Zeitschr., 1923.

Die Stämme sind zumeist verzweigt (scheinbar gabelig). Die kletternden Formen sind Wurzelkletterer. Stützwurzeln sehr häufig. Windbestäubung, doch auch Entomogamie

Abb. 651. *Pandanus Andamanensium*, kultiviert auf Ceylon. — Nach einer käuflichen Photographie.

und Ornithogamie (bei *Freycinetia*); im letzteren Falle dienen die grell gefärbten Hochblätter und die aus solchen hervorgegangenen fleischigen „Beköstigungskörper" als Anlockungsmittel (Abb. 652). Samenbildung ohne Befruchtung bei *Pandanus dubius* und *P. pygmaeus*.

In den Tropen der Alten Welt, einen infolge der angegebenen vegetativen Merkmale recht auffallenden und leicht kenntlichen Typus darstellend. Zweifellos der folgenden Familie nahestehend, doch auch mit Beziehungen zu den *Phytelephantoideae* und *Nipoideae* unter den Palmen.

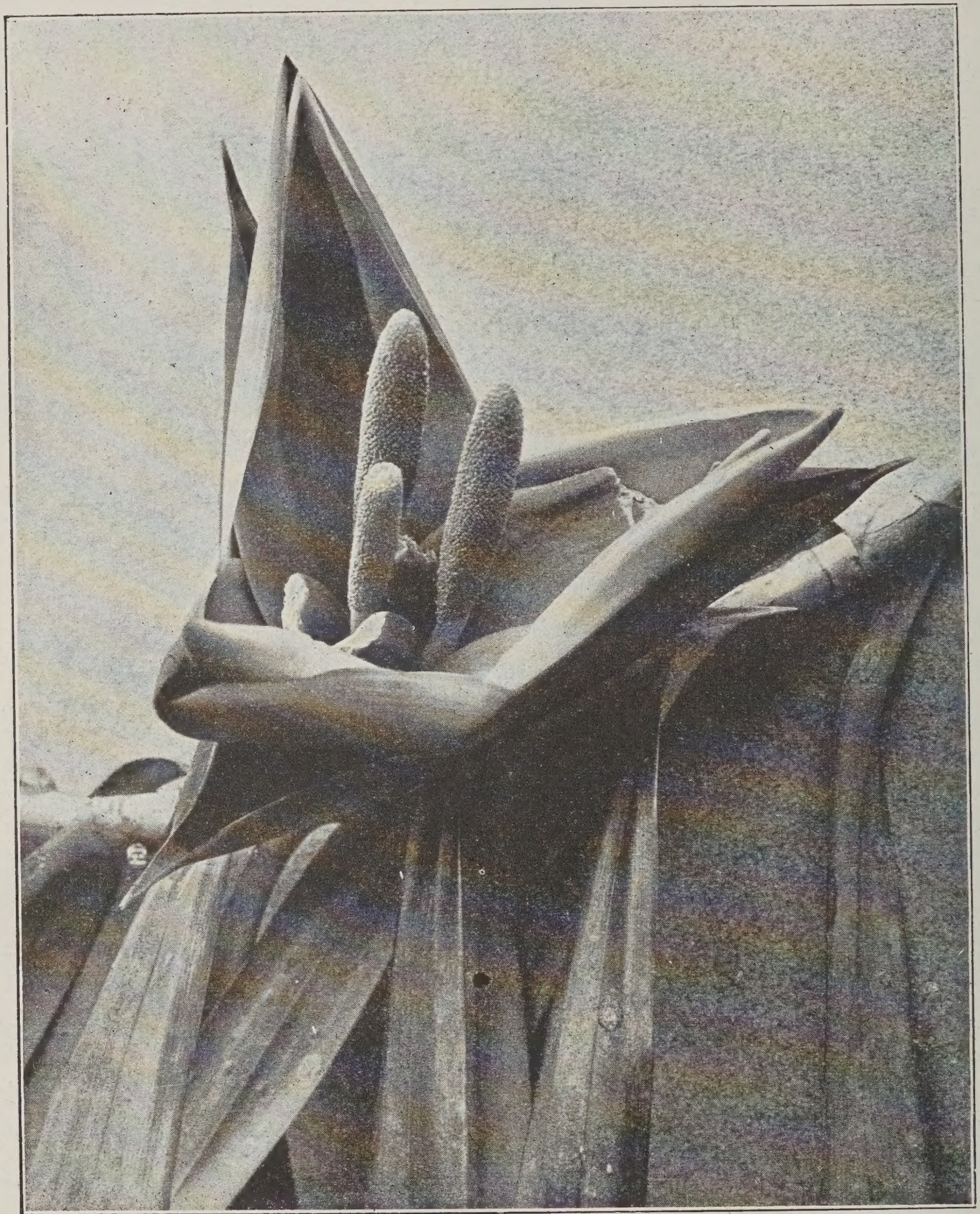


Abb. 652. *Pandanaceae.* — Männlicher Blütenstand von *Freycinetia funicularis.* — Verkl. — Nach Faber in Porsch.

Pandanus, größte Gattung. Blüten ohne Perianth, jedes Fruchtknotenblatt mit 1 Samenanlage. — *Freycinetia.* Blüten ohne Perianth, jedes Fruchtknotenblatt mit mehreren Samenanlagen, durchwegs kletternd. — *Sararanga.* Blüten mit Perianth. — Die Blätter der meisten *P.* werden zu Flechtwerk verwendet; manche liefern Textilfasern. Genießbares Fruchtfleisch haben viele Arten, so *P. edulis* (Madagaskar), *P. tectorius* (trop. Asien,

Australien, viel kultiviert) u. a. Viele Arten in Gewächshäusern kultiviert, manche in Rassen mit bunten Blättern.

2. Familie: ***Sparganiaceae***[104]. (Abb. 653, Fig. 5—7.) Eine kleine Familie, die man in gewissem Sinne als einen extratropischen Repräsentanten des Pandanaceentypus bezeichnen könnte. Krautige, feuchte Standorte bewohnende Pflanzen mit schmalen, grasähnlichen, 2zeilig gestellten Blättern. Gesamtinfloreszenzen aus kugeligen, kopfförmigen Partial-

Abb. 653. *Typhaceae* (Fig. 1—4) u. *Sparganiaceae* (Fig. 5—7). — Fig. 1. *Typha Martini.* — Fig. 2. ♂ Blüte v. *T. angustifolia.* — Fig. 3. ♀ Blüte v. *T. latifolia*, längs durchschn. — Fig. 4. Keimling davon. — Fig. 5. Inflor. v. *Sparganium simplex.* — Fig. 6 ♂, Fig. 7 ♀ Blüte v. *Sp.* „*ramosum*". — Fig. 1 u. 5 verkl., alle and. vergr. — Fig. 1 nach Kronfeld, Fig. 2, 3, 4, 6, 7 nach Engler, 5 nach Hegi.

infloreszenzen zusammengesetzt, von denen die unteren ♀, die oberen ♂ sind. Perianthium aus 3—6 häutigen Blättern bestehend oder fehlend.

---

[104]) Graebner P. in Engler, Pflanzenreich, 2. Heft, 1900. — Loew E. in Kirchner O., Loew E., Schröter C., Lebensgesch. d. Blütenpfl. Mitteleur., I., 1906. — Campbell D. H., Notes on the struct. of the embryo-sac in *Sparg.* etc. Bot. Gaz., XXVII., 1899. — Rothert W., Übers. d. Spargan. d. russ. Reiches. Acta hort. bot. Univ. Jurjev., XI., 1910. — Schürhoff P. N., Die Antipodenverm. d. *Sparg.* Ber. d. d. bot. Ges., XXXVIII., 1920.

Staubgefäße 3—6. Fruchtknoten 1- bis 3fächerig, jedes Fruchtknotenblatt mit 1 hängenden Samenanlage. Steinfrüchte oder Nüsse.

Windbestäubung oder Autogamie. Verbreitung der Früchte vielfach durch das Wasser. *Sparganium*, Igelkolben, in nördl.-extratrop. Gebieten artenreich, auf der südlichen Halbkugel das neuseeländische *S. antipodum*.

3. Familie: **Typhaceae**[105]). (Abb. 653, Fig. 1—4.) Krautige Pflanzen, wasserreiche Standorte bewohnend, mit schmalen, 2zeilig gestellten Blättern. Blüten in walzenförmigen, übereinanderstehenden Infloreszenzen, die unteren ♀, die oberen ♂; anfangs am Grunde der Teilinfloreszenzen große Hochblätter. An Stelle des Perianths haarartige Bildungen. Staubgefäße 3, seltener mehr oder weniger. Fruchtknoten 1blättrig, mit 1 Samenanlage. Schließfrüchte.

Anemogamie. Verbreitung der Früchte durch den Wind.

Fast über die ganze Erde verbreitet. Einzige Gattung: *Typha*, Rohr- oder Lieschkolben. *T. latifolia*, *T. angustifolia*, *T. minima* u. a.

---

[105]) Graebner P., l. c. — Loew E., l. c. — Trinchieri G., Su le inflor. multiple nel gen. *Typha*. Malpighia, XX., 1906. — Dahlgren K. V. O., Die jüng. Entwickl.-Stad. d. Samenanl. v. *T.* Sv. bot. Tidskr., XII., 1918.

Übersicht der Reihen der Angiospermen und ihrer mutmaßlichen entwicklungsgeschichtlichen Beziehungen[1]).

I. Klasse. ***Dicotyledones.***

1. Unterklasse. ***Choripetalae.***

1. Entwicklungsstufe: ***Monochlamydeae.***

1. Reihe. *Verticillatae.* — Genetische Beziehungen zu den Gymnospermen.
2. Reihe. *Fagales*
3. Reihe. *Myricales*
4. Reihe. *Balanopsidales*
5. Reihe. *Leitneriales*
6. Reihe. *Juglandales*

} Reihen mit ursprünglichen Merkmalen, einander nahestehend, keine direkten Beziehungen zu Reihe 1.

7. Reihe. *Garryales.* — Stellung unsicher. Morphologisch auf analoger Entwicklungshöhe wie die benachbarten Reihen stehend.
8. Reihe. *Salicales.* — Isoliert stehend. Morphologisch den Reihen 2—6 sich nähernd, aber ohne klare genetische Beziehungen.
9. Reihe. *Batidales.* — Stellung unsicher.
10. Reihe. *Urticales.* — Morphologisch den Reihen 2—6 nahestehend, aber ohne klare genetische Beziehungen zu denselben.
11. Reihe. *Piperales.* — Isoliert stehend. Genetische Beziehungen ungeklärt.
12. Reihe. *Proteales.* — Relativ ursprüngliche Merkmale. Mit den Reihen 1—10 in keiner direkten Beziehung stehend; eine Entwicklung nach anderer Richtung zeigend.
13. Reihe. *Santalales.* — Sicher in Beziehungen zu Reihe 12 stehend.
14. Reihe. *Polygonales.* — Gleichwie die Reihen 15, 16 und 17 den Übergang von den typischen *Monochlamydeae* zu den *Dialypetaleae* vermittelnd. Beziehungen zu Reihe 10 einerseits, zu Reihe 15 anderseits möglich.
15. Reihe. *Centrospermae.* — Einerseits Beziehungen zu typischen Monochlamydeen, anderseits klare Beziehungen zu den dialypetalen *Caryophyllaceae* und den sympetalen Reihen 1 und 2.
16. Reihe. *Tricoccae.* — Beziehungen einerseits zu Reihe 10, anderseits zu den Reihen 24—28.
17. Reihe. *Hamamelidales.* — Einerseits den Monochlamydeen nahestehend, anderseits Beziehungen zu den Reihen 18 und 22.

2. Entwicklungsstufe: ***Dialypetaleae.***

18. Reihe. *Polycarpicae.* — Wahrscheinlich Beziehungen zur 17. Reihe, deutliche Beziehungen zu den Dialypetaleen-Reihen 19—23 u. zu den Monocolyledonen.
19. Reihe. *Rhoeadales.* — Beziehungen zur 18. Reihe deutlich.
20. Reihe. *Parietales.* — Beziehungen zur 19. Reihe deutlich.
21. Reihe. *Guttiferales.* — Beziehungen zur 18. Reihe.
22. Reihe. *Rosales.* — Beziehungen zur 18. Reihe deutlich.
23. Reihe. *Myrtales.* — Beziehungen zur 22. Reihe deutlich.
24. Reihe. *Columniferae.* — Beziehungen zur 16. Reihe sehr wahrscheinlich.

---

[1]) Diese Übersicht bezweckt, den mutmaßlichen genetischen Zusammenhang der Gruppen der Angiospermen darzustellen, da dieser Zusammenhang aus der durch die Notwendigkeit einer linearen Anordnung bedingten Aufeinanderfolge der Gruppen im Buche nicht direkt hervorgeht.

25. Reihe. *Gruinales.* — Beziehungen zur 24. Reihe deutlich.
26. Reihe. *Terebinthales.* — Analoge Abstammung wie die der 24. Reihe wahrscheinlich.
27. Reihe. *Celastrales.* — } Beziehungen zur 26. Reihe deutlich.
28. Reihe. *Rhamnales.* — } Beziehungen zur 26. Reihe deutlich.
29. Reihe. *Umbelliflorae.* — Herkunft unsicher. Beziehungen einerseits zum Typus der Reihen 26 und 27, anderseits zu den Reihen 22 und 23 möglich.

2. Unterklasse. **Sympetalae.**
1. Reihe. *Plumbaginales.* — Genetische Beziehungen zur 15. Reihe der *Choripetalae* kaum zweifelhaft.
2. Reihe. *Primulales.* — Genetische Beziehungen zur 15. Reihe der *Choripetalae* sehr wahrscheinlich.
3. Reihe. *Bicornes.* — Beziehungen zur 21. Reihe der *Choripetalae* sehr wahrscheinlich.
4. Reihe. *Diospyrales.* — Beziehungen zu den Reihen 25—27 unter den *Choripetalae* möglich.
5. Reihe. *Tubiflorae.* — Beziehungen zur 25.—27. Reihe der *Choripetalae* möglich.
6. Reihe. *Contortae.* — Beziehungen zur 5. Reihe der *Sympetalae.*
7. Reihe. *Ligustrales.* — Beziehungen zur 5. Reihe der *Sympetalae* wahrscheinlich, auch Ähnlichkeit mit Reihe 27 der *Choripetalae* vorhanden.
8. Reihe. *Rubiales.* — Beziehungen einerseits zur 29. Reihe der *Choripetalae,* anderseits vielleicht zur 7. Reihe der *Sympetalae.*
9. Reihe. *Cucurbitales.* — Beziehungen zur 20. Reihe der *Choripetalae* kaum zweifelhaft.
10. Reihe. *Synandrae.* — Genetische Beziehungen zur 9. Reihe der *Sympetalae* wahrscheinlich.

II. Klasse. **Monocotyledones.**
1. Reihe. *Helobiae.* — Beziehungen zur 18. Reihe der *Choripetalae* kaum zweifelhaft.
2. Reihe. *Liliiflorae.* — Beziehungen einerseits zur vorigen Reihe, anderseits zur Reihe 18 der *Choripetalae* deutlich.
3. Reihe. *Enantioblastae.* — Beziehungen zur vorigen Reihe deutlich.
4. Reihe. *Cyperales.* — Beziehungen zur Reihe der *Liliiflorae* deutlich.
5. Reihe. *Glumiflorae.* — Beziehungen zur Reihe der *Enantioblastae* deutlich.
6. Reihe. *Scitamineae.* — Beziehungen zu dem durch die 2. Reihe der Monokotyledonen vertretenen Typus sehr wahrscheinlich.
7. Reihe. *Gynandrae.* — Ebenso.
8. Reihe. *Spadiciflorae.* — Beziehungen zu den übrigen Monokotyledonen deutlich, doch wahrscheinlich von einem alten Typus derselben ableitbar.
9. Reihe. *Pandanales.* — Beziehungen zur Reihe 8 der Monokotyledonen sehr wahrscheinlich.

Versucht man es, die Ergebnisse dieser Übersicht kurz zusammenzufassen, so gelangt man zur folgenden **schematischen Darstellung**[1]):

---

[1]) Jede derartige schematische Darstellung ist mit dem Nachteile verbunden, daß die Übersichtlichkeit leicht die Vorstellung der Sicherheit der Ergebnisse erweckt. Daß eine derartige Sicherheit bei Versuchen, die genetischen Beziehungen der Pflanzengruppen zu eruieren, derzeit nicht erreichbar ist, möge daher neuerdings betont werden; zur Kritik dieser Darstellung sei auf die vorausgehende Übersicht (S. 939 u. 940) verwiesen. In der schematischen Darstellung wurde auf die Grade der Sicherheit insoferne Rücksicht genommen, als halbwegs sichere Beziehungen durch ununterbrochene rote Linien, wahrscheinliche Beziehungen durch unterbrochene Linien angedeutet wurden. Zur Vermeidung von Mißverständnissen sei auch hier betont, daß bei Konstatierung genetischer Beziehungen nicht an solche Beziehungen zwischen den rezenten Vertretern der Typen zu denken ist. — Die den Namen beigesetzten Zahlen beziehen sich auf die Numerierung der Reihen im Texte des Buches.

Gymnospermae	Dicotyledones			Monocotyledones
	Choripetalae		Sympetalae	
	Monochlamydeae	Dialypetaleae		
	Verticillatae (1)			
	Fagales (2) Myricales (3) Balanopsidales (4) Leitneriales (5) Juglandales (6)			
	Urticales (10)			
	Polygonales (14)			
	Centrospermae (15)		Plumbaginales (1) Primulales (2)	
	Hamamelidales (17)			
		Polycarpicae (18) Rhoeadales (19) Parietales (20) Guttiferales (21) Rosales (22) Myrtales (23)	Cucurbitales (9) Synandrae (10) Bicornes (3)	Helobiae (1) Liliiflorae (2) Enantioblastae (3) Cyperales (4) Glumiflorae (5) Scitamineae (6) Gynandrae (7) Spadiciflorae (8) Pandanales (9)
	Tricoccae (16)			
		Columniferae (24) Gruinales (25) Terebinthales (26) Celastrales (27) Rhamnales (28) Umbelliflorae (29)	Diospyrales (4) Tubiflorae (5) Contortae (6) Ligustrales (7) Rubiales (8)	
	Proteales (12) Santalales (13) ? Garryales (7) ? Salicales (8) ? Batidales (9) ? Piperales (11)			

Namen- und Sachregister.

Vorbemerkung. Kursiv gedruckte Seitenzahlen beziehen sich auf Abbildungen. — Seiten, auf denen eine Pflanze nur gelegentlich der Besprechung einer anderen Pflanze als deren Parasit, Symbiont oder Wirtspflanze genannt ist, sind durch ein vorgesetztes P., bzw. S. oder W. gekennzeichnet. — Wenn ein Gegenstand auf mehreren aufeinanderfolgenden Seiten im Zusammenhang abgehandelt ist, so ist im Register in der Regel nur die Anfangsseite angegeben. — Bei Pflanzennamen (seltener auch bei anderen Schlagworten), für welche mehrere Seitenzahlen angegeben sind, ist die wichtigste Seitenzahl (bei Gattungsnamen jene, wo die Pflanze im speziellen Teil der Familienbesprechung genannt wird) vorangestellt und durch einen Strichpunkt von den übrigen, in arithmetischer Reihenfolge angeordneten Seitenzahlen getrennt. — Worte, deren Schreibung mit c oder k, c oder z zweifelhaft sein kann, sind gewöhnlich unter beiden Buchstaben berücksichtigt. Die Umlaute ä, ö, ü sind wie ae, oe, ue eingereiht, ß wie ss.

Aakerbeere 671
Abacá 904
Abelmoschus 706
Abies 450; *437*, *449*, *452*, *453*, *459*; W.: 158, 202, 224, 227; *222*, *226*
Abietaceae 448; 405, 406, 411, 439, 441; *263*, *267*, *269*, *273*, *405*, *407*, *408*, *436*, *437*, *439*, *440*, *441*, *449*, *450*, *451*, *452*, *453*, *454*, *455*, *459*
Abieteae 450; 442
Ableger (bei Phaeophyten) 117
Abolboda 885
Abrothallus 205
Abrus 684
Absinthii, Herba A. 846
Abstammung der Cormophyten (Bryophyten) 259, 260, 282, 283
— der Pteridophyten 323, 324
— der Gymnospermen 412, 413, 414
Abstammung der Angiospermen (Dicotyledonen) 515, 519, 525, 528
— der Monocotyledonen 517, 518, 849
Abstammungslehre 10, 40
Abteilung (Divisio) 13, 17
Abuta 616
Abutilon 706; 705; *703*
Acacia 678; 612, 677; *29*, *510*, *676*, *679*; W.: 224
Acaena 670, 671
Acajou (v. *Anacardium*) 729
— (v. *Swietenia*) 726
— d'Afrique (v. *Ziziphus*) 741
Acajou-Gummi 729
Acalypha 492
Acanthaceae 800; 511, 785; *776*, *801*.
Acanthoideae 802.
Acantholimon 759; 758
Acanthopanax *746*
Acanthorrhiza 919
Acanthosicyos 834
Acanthus 802; 801; *801*
Acarospora 253
Acarosporaceae 253
Acaulon 296.
Acer 733; 501; *733*; W.: 202; *203*
Aceraceae 732; *733*
Acetabularia 167; *166*
Achäne, Achaenium 514, 842
Achariaceae 648; 639, 755, 830, 831
Achillea 846; *840*
Achimenes 797
Achlamydeïsche Blüten 475
Achlya 183
Achnanthes 110
Achnanthoideae 110
Achorion 242
Achras 775; *774*
Achroanthes 915
Achse der Blüte 395, 472; *473*
Achsenbürtige Samenanlagen 487
Achyranthes *578*
Acicarpha 830

Acineta 916
Acioa *473*
Acker-Schachtelhalm 350
Ackersenf 637
Acnida *575*
Aconitum 619; *617*
Acorus 930; 929; *928*
Acqua di Cedro 724
Acranthae 915
Acrasieae 74; 69, 71; *73*
Acrobolbus 314
Acrocarpi 293; 301; *294*
Acrochaete 158
Acrocladium 304
Acrogynaceae 313; 311; *269*, *312*
Acrosticheae 381
Acrostichum 381; *370*
Acrotonae 915
Acrotylaceae 142
Actaea 618; 619
Actinidia 653
Actinidiaceae 653
Actinococcus 139
Actinocyclus 108
Actinomorphe Blüten 474
Actinomyces 92; *92*
Actinomycose *92*
Actinonema 243
Actinoptychus 108; *102*
Actinostrobeae 448
Actinostrobus 448
Acyclische Blüten 472
Adanson M. 4
Adansonia 709; *707*, *708*
Adenia 648
Adenium 814
Adenophora 837
Adenostemma 844
Adenostyles 846
Adiantum 381; *24*, *282*, *319*, *370*, *371*
Adlerfarn 381
Adlerholz 687
Adlumia 631
Adonis 619
Adossiertes Vorblatt 469, 518, 850.
Adoxa 828; 665
Adoxaceae 828.
Adventivknospen bei Anthophyten 401
Adventivsprosse auf Farnwedeln 362, 369; *373*
Aechmanthera *483*
Aechmea 880
Äcidiosporen 221; *220*, *223*, *226*
Äcidium 221; *220*, *222*, *223*, *224*, *226*
Aecidium 225; 224, 227
Aegialitis *759*
Aegiceras 763; 480
Aegle 724
Aegopodium 754
Ährchen 890, 892; *889*, *893*
Ähre 470
Aerides 916
Aërobionten 85
Aeschynomene 685
Aesculus 734; 478; *24*, *734*
Ästivation 476; *475*
Aethalium 71
Aethionema 635
Aethusa 753
Aextoxicaceae 732
Aextoxicon 732
Affenbrotbaum 709
Aframomum 906
Afrikanische Piassave 924
Afrikanischer Butterbaum 659
Afrikanisches Grenadilleholz 685
— Mahagoni 726
— Rosenholz 685
— Sandelholz 685
— Teakholz 685
Afzelia *510*
Agar 86, 142, 143
Agaricaceae 234; 176, 230, 240; *229*, *232*, *234*
Agaricineae 230 (Fußnote)
Agaricus 235; *232*, *234*
Agarum 126; *125*
Agatea 646
Agathis 449; 407, 535
Agathosma 724
Agave 874; 868, 872; *872*, *873*
Agavoideae 874
Ageratum 844
Aggregatplasmodium 71
Agialidaceae 721
Aglaozonia 122; 117
Agrimonia 671
Agropyrum 900
Agrostemma 590; *510*
Agrostideae 901; 895
Agrostis 901
Ahorn 733
— siehe auch *Acer*
Ailanthus 725
Aizoaceae 579: 585, 588, 704; *575*, *580*, *581*, *582*, *583*
Ajuga 805
Ajugoideae 805
Akania 732
Akaniaceae 732
Akaroidharz 868
Akazie 677
Akebia 616
Akinete 146
Akinetospora 123; *122*
Akrokarpe Laubmoose 293
Aktinomorphe Blüten 474
Aktinomykose *92*
Alang-Alang-Fluren 901
Alangiaceae 691
Alangium 691
Alaria 126; 118; *22*, *124*
Alberta 825
Albizzia 678
Albuca 869
Albuginaceae 185; *186*, *187*
Albugo 185; 184, 186; *186*, *187*
Albumen 400
Alchemilla 673; 51, 488, 501, 503, 504, 670; *488*, *506*, *672*
Alchornea 503
Aldrovanda 644; *642*
Alectoria 256
Alectorolophus 791; 789
Aleppo-Föhre 452
Aleppogallen 547
Alethopteris 393
Aletris 870
Aletroideae 870; 871
Aleurites 595
Algarobillo 682
Algen 63, 75, 96, 115, 131, 145; 175, 176
— (im engeren Sinn) 145
— als Flechtenbildner 79, 152, 245, 248; *245*, *257*
Algenpilze 176
Alhagi 685
Alibertia 825
Alisma 855
Alismataceae 854; 851; *854*
Alizarin 826
Alkanna 784
Alkannarot 784

Alkoholgärung 198
Allamanda *812*
Allanblackia 659
Alliaria 636; *634*
Allioideae 868
Allium 868; 503, 866; *506*, *850*; W.: 186, 220, 225
Allophylus 731, 732
Allotropa 766
Alnus 544; 527; *526*; S.: 92; W.: 208; *208*
Alnus-Typus des Embryosackes *496*
Alocasia 930; 931
Aloë 866, 868; *867*
Aloë-Faser 868
Aloë-Harz 868
Alonsoa *788*
Alopecurus 901
Alpenrebe 619
Alpenrose 769
— s. auch *Rhododendron*
Alpinia 906
Alraun-Wurzel 786
Alsine 590
Alsinoideae 590; 589
Alsophila 379; *367*
Alstonia 814; *510*
Alstroemeria 874; *872*
Alternanthera 578; *578*
Alternaria 242; 214
Alternifoliae 539
Alternierende Wirtel (Blüte) 474
Althaea 706; *703*
Altingia 601
Alysseae 636
Alyssum 636
Amanita 235; *232*
Amarantaceae 577; 589, 590, 598; *575*, *578*
Amarantholz 682
Amarantus 578
Amaryllidaceae 871, 862, 863, 874; *872*, *873*
Amaryllidoideae 874
Amaryllis 874
Ambatsch 685
Amblystegium 304
Ambrosinia 932; *931*
Ambulia 789
Amelanchier W.: 225
Amentum 470
Amerikaner-Weide 553
Amerikanische Reben 743
Amerikanischer Faulbaum 741
— Mastix 730
Amherstia 679
Ammannia 688
Ammi 754
Ammineae 753
Ammobroma 781; *781*
Ammoniacum 754
Ammophila 901
Amöbenartige Bewegung 65, 70
Amomum 906
Amorpha 683; *679*
Amorphophallus 930; 929; *931*
Amorphospermum 775
Ampfer 574
Amphicarpaea 681
Amphidinium 100; *98*
Amphigastrien 308, 313; *310*, *312*
Amphikarpie 681
Amphilophium 798
Amphiroa 144
Amphithecium 291, 304
Amphodontei 295
Amphora 110
Ampullen (von *Sphagnum*) 304; *305*
Amyelon 431
Amygdalin 674
Amylom (der Pteridophyten) 320
Amylum Marantae 907
Amyris 724
Anabaena 80; *77*; S.: 387, 423; *422*
Anabänin 77
Anacamptodon 302
Anacardiaceae 728; 722; *729*, *730*
Anacardium 729; *729*
Anacrogynaceae 314; 311; *312*, *314*
Anacyclus 846
Anaërobionten 85
— falkultative 85
Anagallidaceae 760
Anagallis 763; *761*
Analoge Organe 21, 22; *22*
Anamirta 616
Ananas 880
Ananas 880; 879; *879*
Ananas-Erdbeere 671
Anani 659
Anaptychia 256; *195*
Anastatica 636
Anatomische Methode 27
Anatomischer Bau (der Phaeophyten) 115, 116; *116*
— — (der Rhodophyten) 132, 133; *132*
— — (der Pilze) 174, 230
— — (der Flechten) 244; *245*
— — (der Laubmoose) 285, 287, 289, 304; *286*, *305*
— — (der Lebermoose) 309, 311, 314; *309*
— — (der Pteridophyten) 320; *321*, *332*, *346*, *348*, *367*
— — (der Gymnospermen) 402, 414, 435, 438; *436*, *439*
— — (der Angiospermen) 468, 538, 540, 848; *539*, *540*
— Vergleich (als Methode der phylogenetischen Systematik) 21, 27
Anatrope Samenanlage 397; *485*
Anchietea 646
Anchusa 784; *782*; W.: 225
Anchusin 784
Ancistrocladaceae 652; 639
Ancistrocladus 652
Ancylistes 184
Ancylistidaceae 184; *184*
Ancylistidineae 183; *184*
Ancylonema 113
Andorn 806
Andrachne 596
Andreaea 307; 264; *263*, *306*
Andreaeaceae 307; *263*, *306*
Andreaeales 306; 284, 285, 287, 290
Andröceum 396, 478
Androgynophor 472
Andromeda 769; 767; *764*, *767*
Androphor 472
Andropogon 901; *896*
Andropogoneae 901; 895, 902
Androsace 762
Androsaceae 762

Androstrobus 424
Aneilema 885; *884*
Aneimia 375; 369, 382; *374*
Anemarrhena 862
Anemogame Pflanzen 398
Anemone 619; 618; *617*
Anemoneae 619
Anethum 753
Angelica 754; *752*
Angeliqueholz 682
Angiokarpe Pilze 216
Angiopteris 362; 360; *361*
Angiospermae 467; 62, 261, 279, 323, 401
Angiospermen, Ableitung der (Zwitter-)Blüte 528; *529*
— — des Befruchtungsvorganges 525; *526*
— Befruchtung 399; 495, 502; *499*, *500*, *501*, *502*, *503*
— Blüte 261, 394, 468, 472
— Charakteristik 401
— Embryobildung 503, 506; *506*, *508*, *509*
— Embryosack 265, 273, 397, 489; *273*, *485*, *488*, *489*, *490*, *491*, *492*, *502*
— fossile 524, 525
— Frucht 511, 514
— Fruchtknotenblatt 396, 484
— Generationswechsel derselben 261, 265, 275, 278, 394
— leitende Gesichtspunkte bei der systematischen Anordnung 537
— Phylogenie derselben 515, 536, 537, 849
— Pollenkorn derselben 265, 268, 396, 492; *267*, *483*, *484*
— Pollensack derselben 273, 396, 478; *272*, *480*, *481*
— Pollenschlauch 399, 497; *498*, *499*, *500*, *501*
— Reduktionsteilung bei denselben 265, 396, 397, 492
— Samen 400, 509; *510*
— Samenanlage 265, 396, 485; *485*, *486*, *488*, *490*, *499*, *500*, *504*, *505*
— Staubgefäß 396, 478; *479*
Angiospermen, Übersicht der Hauptgruppen 538
— Übersicht der Reihen 939
— vegetative Fortpflanzung 401
— vegetativer Bau 467
Angiospermenblüte, Entwicklung derselben 528; *529*
Angiospermie der *Bennettitinae* 429, 522
Anhängsel (der Erysiphaceen) 199; *199*
Anhalonium 586
Anis 753
Anisacanthus *483*
Anisette 605
Anisi stellati, Fructus A. st. 605
— vulgaris, Fructus A. v. 753
Anisophyllea 691
Ankistrodesmus 154
Annatto 640
Annularia 352
Annulus (der Agaricaceen) 235; *232*, , *234*
— (der Mooskapsel) 291
— (des *Equisetum*-Sporophyllstandes) *348*
— (des Farnsporangiums) 369; *372*, *374*, *376*, *380*
Anodonta 158; *157*
Anogramme 381
Anomodon 303
Anomozamites 428
Anona 606; *606*
Anonaceae 605; 518, 607, 609, 850, 851; *606*
Anordnung, systematische der Angiospermen, Leitsätze dafür 537
Anpassung 45, 58, 59
— direkte 59
— der Cormophyten an das Landleben 277; *276*
Anpassungsmerkmale 45, 46, 59
Antelminellia 108
Antennaria 843; 504
Antennen (von *Catasetum*) 914
Anthela 471; *471*
Anthemideae 846
Anthemis 846; *840*
Anthere 396, 478, 480; *480*, *481*
Antherenhälfte 396, 478
Antherenwand 396, 482
Anthericum 866
Antheridiale Zelle (des Gymnospermen-Pollenkorns) 406, 422, 434, 457; *420*, *433*, *466*
Antheridien (der Phaeophyten) 117; *122*, *124*, *127*
— (der Rhodophyten) 134; *133*, *134*, *136*, *141*
— (der Chlorophyceen) 146, 170; *158*, *160*, *161*, *163*, *170*, *171*
— (bei Pilzen) 174, 181, 193; *177*, *181*, *182*, *183*, *184*, *185*, *186*, *187*, *192*, *193*, *194*, *215*
— (der Bryophyten) 260, 266, 280, 287, 309; *288*, *312*, *313*, *316*, *317*
— (der Pteridophyten) 260, 266, 319; *267*, *329*, *337*, *343*, *348*, *357*, *358*, *362*, *364*, *383*
Antheridienstand (bei Rhodophyten) 134; *133*
— (bei Bryophyten) 280, 287; *288*, *313*, *315*
Antheridienträger (bei Fucaceen) *127*
— (bei Marchantieen) 315; *316*
Antheridiophor 280
Antheridium 266
— siehe auch Antheridien
Anthoceros 318; 309, 324; *318*; S.: 80
Anthocerotaceae 318; *318*
Anthocerotales 317; 311
Antholithus 431
Anthophor 472
Anthophyta 393; 279
Anthophyten, Befruchtung 398, 399, 406, 409, 410, 495, 502
— Blüte, Blütenbau 261, 394, 395, 403, 468, 472 (siehe auch Blüte)
— Frucht, Fruchtbildung 400, 411, 511, 514
— Fruchtblatt 265, 272 396, 404, 414

Anthophyten, Fruchtknotenblatt 396, 484, 485
— Generationswechsel 261, 265, 275, 278, 394
— Pollenkorn 267, 268, 396, 406, 492
— Samen, Samenentwicklung 400, 411, 509
— Samenanlage 265, 273, 396, 407, 485
— Staubblatt 265, 272, 396, 403
— Staubgefäß 396, 478
— vegetativer Bau 395, 402, 467
— vegetative Fortpflanzung 401
Anthos, Folia A. 806
Anthostema 594; *592*
Anthoxanthum 901
Anthraknose des Klees 242
Anthrax (Milzbrand) 89
Anthriscus 753
Anthurium 930; 494, *929*
Anthyllis 684
Antiaris 556
Antigenese 38
Antipoden 397, 490; *488, 490, 491, 492, 493, 502, 506, 507*
Antipodenembryonen 503; *506*
Antipodialarchegonium *496*
Antipodialhaustorium 505; *504*
Antirrhinoideae 790
Antirrhinum 790; 47; *26, 47*
Antisepsis 85
Antithamnion 143; *141*
Antithetischer Generationswechsel (im allg.) 38
— — (bei Phaeophyten) 117
— — (bei Rhodophyten) 139
— — (bei Pilzen) 174, 176, 194, 217
— — (der Bryophyten) 261, 280
— — (der Pteridophyten) 264, 318
— — (der Anthophyten) 265, 394
Antitrichia 301
Antrophyum 381
Aouara-Öl 924
Apera 896
Apetalae 540
Apfel(baum) 674
— — siehe auch *Malus*
Apfelsine 724
Aphania 732
Aphanizomenon 80; 79
Aphanocapsa 79
Aphanochaetaceae 160
Aphanochaete 160
Aphanothece 79
Aphelandra 802
Aphlebien 367, 379
Apikale Plazentation 485
Apikalporus (der Peridinieen) 97; *98*
Apikalzellen (bei Schizophyceen) 76
Apinagia 669; *505, 668*
Apiocystis 151; *151*
Apioideae 753
Apios 684
Apium 753; W.: 242
Aplanes 183; *183*
Aplanomyces 183; *183*
Aplanosporen (bei Chlorophyceen) 146; *162, 166*
— (bei Phaeophyten) 119
Aplozia 313
Apocarpes Gynöceum 398, 485
Apocynaceae 812; 808, 815; *812, 813*
Apocynum 814
Apodanthes 611
Apodia 183; *183*
Apogamie (bei Bacillarieen) 110
— (bei *Chara*) 172
— (bei Pilzen) 191, 193, 198, 202, 218, 247
— (bei Pteridophyten) 322, 337, 364, 385
— (bei Angiospermen) 503; *506*
— siehe auch Parthenogenese
Apokarpes Gynöceum 398, 485
Apomiktische Embryobildung, Apomixis 503; *506*
Aponogeton 859; *858*
Aponogetonaceae 858; 853; *858*
Apopetale Blüten 477
Apophyse (der *Musci*) 289, 296; *294, 297*
— (von *Pinus*) 451
Aporogamie 499; *496, 499, 500*
Aposporie (bei Pteridophyten) 322, 354, 369
Apostaminodium 482
Apostasia 915; 908
Apostasiaceae 915
Apothecium 246, 249, 250; *245, 250, 254, 255*
Apotrope Samenanlage 486; *486*
Appendix (der Araceen) 929; *928*
Aprikose(nbaum) 675
— siehe auch *Prunus*
Aprikosen von S. Domingo (*Mammea*) 659
Apteria 883
Aqua Laurocerasi 675
Aquifoliaceae 736; 739; *737*
Aquilaria 687; *687*
Aquilegia 618; 619; *617*
Arabideae 636
Arabis 636; *635*
Arabisches Gummi 678
Araceae 928; 472, 494, 917, 919, 926, 933; *928, 931*
Arachis 685; 680, 681; *680*
Aralia 747; 494; *746*
Araliaceae 746; 744, 745; *746*
Araucaria 449; 407, 413, 431, 535; *407, 440, 450, 451*
Araucarieae 449; 405, 413, 442
Araukarioide Tüpfelung 414
Arbeitsteilung 23
Arbutoideae 769
Arbutus 769; *767*
Arceuthobium 570, 567
Archegoniatae (Archegoniaten) 280; 279
Archegonien (der Bryophyten) 260, 268, 280, 281, 287, 309; *269, 282, 288, 312, 313, 316*
— (der Pteridophyten) 260, 269, 319; *263, 269, 329, 335, 337, 342, 343, 348, 357, 358, 362, 364, 365, 382, 383, 386, 387*

Archegonien (der Gymnospermen) 270, 407, 409, 420, 433, 441, 456, 460, 495; *263*, *269*, *406*, *408*, *432*, *458*, *496*
Archegonienstände (der Bryophyten) 280, 287; *288*, *313*
Archegonienträger (der Marchantieen) 315; *316*
Archegoniophor (der Bryophyten) 280
— (der Hymenophyllaceen) 364; *363*
Archegonium 268, 269
— siehe auch Archegonien
Archesporium (der Bryophyten) 281
— (der Pteridophyten) 322
— (der Anthophyten) 397; *488*
Archichlamydeae 540
Archidiaceae 293; *290*
Archidiineae 293
Archidium 293; 288, 291
Archidontei 295
Archiplast 82
Archispermae 402
Architypen 9
Arctium 847; 843; *840*
Arctostaphylos 769; *479*
Arctotideae 846
Arctotis 846
Arcyria 74; *72*
Ardisia 763
Areca 924; *920*
Arenaria 590
Arenga 924; *920*
Areolierung von Krustenflechten 246
Argania 775; *774*
Argemone 631; *510*
Arillus 400, 511; *510*
Ariocarpus 587; *584*
Arisaema 932
Arisarum 932; *479*, *931*; W.: 147
Aristida 901; 894
Aristolochia 609; 851; *608*
Aristolochiaceae 608; 518, 611, 625, 850, 851, 882; *608*
Armeria 759; 758; *757*, *758*
Armillaria 235; *234*
Armleuchter (*Chara*) 172
Armoracia 636
Arnatto 640
Arnica 846
Aroideae 931
Aronstab 931
Arrhenatherum 901
Arrow-root, ostindisches (v. *Curcuma*) 906
— westindisches (v. *Maranta*) 907
— von Brasilien (v. *Manihot*) 596
— v. Queensland (v. *Canna*) 906
— von Tahiti (v. *Tacca*) 882
Art (Spezies) 13, 14, 15, 17
Arten, vikariierende 56; *32*, *55*, *56*
Artemisia 846; 843; *840*
Arthonia 251
Arthoniaceae 251
Arthopyrenia 249
Arthothelium 251
Arthrocnemum 577; *577*
Arthrodele Flagellaten 97
Arthrodendron 352
Arthrodontei 295
Arthrosporen 78, 82, 95; *77*
Arthrosporium *243*
Arthrostigma 328
Arthrotaxeae 447
Arthrotaxis 447
Articulatae 345
Artischoke 847
Artisia 431
Artocarpoideae 554
Artocarpus 556
Arum 931; *928*
Aruncus 671
Arundina 908
Arundinaria 898
Arundinella 902
Arundo 898; *896*
Arve 453
Asa foetida 754
Asarum 609; *608*
Aschenbilder 890; *890*
Ascidium 625
Asclepiadaceae 814; 23, 480, 483, 808; *816*, *817*, *818*
Asclepias 818; 817; *510*, *816*
Ascobolaceae 203
Ascobolus 204; 193
Ascochyta 243
Ascocorticium 208
Ascodesmis *194*
Ascogene Hyphen 191, 193, 247; *193*, *195*
Ascogonium 191, 193; *192*, *193*, *194*, *195*, *246*
Ascoidea 197; *196*
Ascolichenes 249; *195*, *245*, *247*, *250*, *251*, *253*, *254*, *255*
Ascomycetes 191; 174, 175, 176, 216, 217, 242, 246, 249
Ascophyllum 128; *129*
Ascosporen 191, 246; *191*, *245*
Ascosporenstroma *213*
Ascus 191, 247; *191*, *245*
Ascusbildung 191, 193; *192*, *193*, *194*, *195*
Aseroë 242
Asimina *606*
Askogene Hyphen 191, 193, 247; *193*, *195*
Askogonium 191, 193; *192*, *193*, *194*, *195*, *246*
Askosporen 191, 246; *191*, *245*
Askosporenstroma *213*
Askus 191; 247; *191*, *245*
Aspalathus 684
Asparagoideae 869; 866, 870
Asparagus 869, 870; 478; W.: 225
Aspergillaceae 200; *201*
Aspergillus 200
Asperococcus *120*
Asperula 826; 494, 825
Asphodeline 866
Asphodeloideae 866
Asphodelus 866
Aspidiaria 341
Aspidieae 380; 373
Aspidistra 870
Aspidium, siehe *Dryopteris* u. *Polystichum*
Aspidosperma 814
Asplenieae 381; 373
Asplenium 381; 369; *272*, *371*, *373*
Assa foetida 754
Assimilationsgewebe (bei Lebermoosen) 314; *309*
Assimilationswurzeln (bei Orchideen) 911; *910*
Assimilationszellen (Chlorocysten bei Laubmoosen) 287, 295, 304; *286*, *305*

Assimilatoren (bei Lebermoosen) 314; *309*
Astasia 91
Aster 844
Astereae 844
Asterophyllites 352
Asteroxylaceae 326; *327*
Asteroxylon 328; *327*
Astilbe 664
Astraeus 239; 237
Astragaleae 683
Astragalus 683; 611, 679; *612*, *683*
Astrantia 753; 750; *750*
Astrocaryum 924; 919
Asymmetrische Blüten 474
Atavismus 26
Atavistische Jugendblätter 30; *29*
Atemöffnung (bei Lebermoosen) 314, 315; *309*, *316*
Atemwurzeln 447, 689, 691, 699, 727, 803; *699*, *803*.
Atherosperma *479*
Athyrium 381; 369
Atichia 198
Atragene 619; *617*
Atrichum 287
Atriplex 577
Atropa 785; *785*
Atrope Samenanlage 397; *485*
Atropin 786
Attalea 924; 919; *918*
Attich 826
Aubrietia 636
Aucuba 746
Aufsteigende Knospendeckung *475*
Augenfleck 146; *149*, *150*
Augentrost 791
Aulacodiscus 108; *109*
Aulacomniaceae 299; *292*
Aulacomnium 299; *292*
Auliscus 108
Aurantii, Folia A., Cortex fructus A., Fructus A. immaturi, Pericarpium A. 724
Aurantioideae 724
Auricularia 228
Auriculariales 227; *226*
Aurikel 762
Ausbau des Pflanzensystems 11
Ausläufer (bei Farnen) 369
— (bei Anthophyten) 401
Aussatz 90
Außenkelch 476
Australisches Bisamholz 844
— Gummi 678
— Kino 695
Auswintern des Getreides 211
Autobasidie 216
Autobasidii 228
Autöcische Uredineen 222, 225
Autogamie 495
Autorennamen, Autorenzitation 17
Autosporineae 151
Autotrophe Pflanzen 60 (Fußnote)
— Flagellaten 67
— Schizomyceten 84
Auxiliarzelle 137, 138; *133*, *136*, *137*, *138*
Auxospore 104, 105, 107, 109, 110; *107*, *109*
Avena 900; 494, 894; *894*, *896*; W.: 219, 225
Aveneae 900; 895
Averrhoa 717
Avicennia 803; 802; *803*
Avignonkörner 741
Avvocato-Birnen 615
Axile Plazentation 486; *486*
Axilläre Blüten 468
Azalea 769
Azalee 769
Azolla 389; *388*; S.: 80
Azollaceae 387; 382, 392; *388*
Azorella 753; 748, 749; *748*
Azyklische Blüten 472

Bablah 678
Bacca 515
Baccharis 844
Bacidia 253
Bacillarieae 101; 61, 96, 113; *101*, *102*, *103*, *105*, *106*, *107*, *108*, *109*
Bacillarieen, fossile 106; *109*
— heterotrophe 96
Bacillus 90; 84, 85; *81*, *82*, *83*, *86*, *89*, *90*; S.: 445, 763
Bacteriaceae 89; *82*, *83*, *86*, *87*, *89*, *90*
Bacteriastrum 108; *102*
Bacteriochlorin 82
Bacteriopurpurin 82, 84
Bacterium 89; 81, 84, 85, 92; *81*, *86*, *87*, *89*, *90*
Bactris 924; *918*
Badamierrinde 693
Badian 605
Baeomyces 253; *251*, *255*
Bärentatze 231
Bärentraube 769
Bärlappe 328
Bagnisia *882*
Baiera 434
Baillon H. 10
Baillonia 802
Bakterien 81; 198; S.: 823
— siehe auch Wurzelknöllchen
Bakteriochlorin 82
Bakteriopurpurin 82, 84
Balanites 721
Balanophora 572; 503; *496*, *571*
Balanophoraceae 570; 488, 509, 538; *571*
Balanophorin 572
Balanops 548
Balanopsidaceae 547
Balanopsidales 547
Balantium 378
Baldrian 828
Balgfrucht 515
Balsamia 207
Balsamiaceae 207
Balsaminaceae 735; *735*
Balsamine 735
Balsamum peruvianum 683
— tolutanum 683
Bambusa 898; *890*
Bambusbestand *897*
Bambuseae 897; 893, 894, 895
Banane 904
Bandgras 901
Bangia 140
Bangiaceae 140
Bangieae 139; 132, 136, 138; *134*, *141*
Banisteria 720; *720*
Banksia 564; *563*, *564*
Banyan 555
Baobab 709
Baptisia 683
Barbacenia 874

Barbaraea 636
Barbula 296; *292*
Barclaya 623; *622*
Baroskampfer 660
Barosma 724
Barringtonia 693
Barteria 646
Bartflechte (*Usnea*) 256
Bartnelke 590
Bartramia 299
Bartramiaceae 299
Bary A. de 7, 9
Basalblase (von *Acetabularia*) *166*
Basalscheibe (der Phaeophyten) 119
Basalwand (des Pteridophytenembryos) 320; *319*
Basella 588
Basellaceae 588; 755, 757
Basidie 216, 223, 228; *217*, *226*, *227*, *229*
Basidiobolaceae 191; *190*
Basidiobolus 191; *190*
Basidiolichenes 256; 246; *257*, *258*
Basidiomycetes 216; 176
Basidiophora *185*
Basidiospore 216; *226*, *227*, *228*
Basiläre Plazentation 485
Basilarhaut (beim Peristom) 291
Basilarknoten (bei Characeen) 170; *171*
Basitonae 915
Bassorahgallen 547
Bastard 15, 17, 47
Bastardierung, siehe Kreuzung
Batate 779
Batidaceae 553
Batidales 553
Batis 553
Batokopflaume 646
Batrachium 619; 618
Batrachospermum 140; *141*
Battarea 239; *237*
Bau, anatomischer, siehe Anatomischer Bau
Bauch des Archegoniums 268, 270, 281, 319, 409
Bauchkanalkern (d. Gymnospermen) 409, 411, 495; *408*, *458*, *459*, *496*
Bauchkanalkern (der Angiospermen) 495; *496*
Bauchkanalzelle (der Bryophyten) 269, 281; *269*, *282*
Bauchkanalzelle (der Pteridophyten) 269; *269*, *335*, *365*, *383*
— (der Gymnospermen) 269, 409; *269*, *432*
Bauchnaht (an Früchten) 515
Bauchpilze (*Gasteromycetes*) 236
Bauchteil des Archegoniums 268, 270, 281, 319, 409
Bauchtyphus 90
Bauchwand des Archegoniums 269, 281, 320; *288*
Bauera 665
Bauerntabak 786
Baueroideae 665
Bauhin C. 2
Bauhinia 682; 679; *681*
Baumbart(-Flechte) 256
Baum der Reisenden 904
Baumfarne 365, 378, 379, 391; *377*, *378*
Baumschwämme 233
Baumwolle 705
Baumwollpflanze 705
Baur E. 47
Bazillarieen, siehe *Bacillarieae*
Bazzania 313, 314
Beaumontia 814
Bedecktsamige 467; 261
— s. auch *Angiospermae*
Beefwood 543
Beere 515; 513; *512*
Beerentang (*Sargassum*) 130; *128*
Beerenzapfen 411, 441, 445, 448; *448*
Befruchtung (schematisch) 35; *36*, *37*
— (der Fucaceen) 127; *127*
— (der Rhodophyten) 134, 135, 136, 137, 138; *134*, *135*, *136*, *137*, *138*
— (bei Chlorophyceen) 146; *158*, *160*, *163*
— (der Pilze) 174, 176, 181, 191, 193; *182*, *187*, *190*, *192*, *193*, *194*, *195*, *215*
Befruchtung (der Flechten) 246, 247; *195*
— (der Bryophyten) 281, 287
— (der Pteridophyten) 319, 338, 339
— (der Gymnospermen) 399, 406; *408*, *421*, *459*
— (der Angiospermen) 399, 495, 502; *499*, *500*, *501*, *502*, *503*
— — Ableitung derselben 525; *526*
— doppelte (bei Gymnospermen) 411, 461
— — (der Angiospermen) 503; *502*, *503*
— — (der Angiospermen), phylogenetische Erklärung derselben 495; *496*
Befruchtungsantheren (v. *Cassia*) 680
— (v. *Heterocentron*) 697
Befruchtungsschlauch (bei Pilzen) 181, 183, 184; *187*
Befruchtungsvorgänge, phylogenetische Bedeutung derselben 28
Befruchtungsvorgang der Angiospermen, phylogenetische Ableitung desselben 525; *526*
Beggiatoa 94; 82, 83; *93*
Beggiatoaceae 93; *93*
Begonia 651; 49, 474, 650; *651*
Begoniaceae 650; 639
Begoniella 651
Behennüsse 638
Beizen des Saatgutes 219
Beköstigungsantheren (v. *Cassia*) 680
— (v. *Heterocentron*) 697
Beköstigungskörper (v. *Freycinetia*) 935
Belladonnae, Folia B., Radix B. 786
Bellis 844; *51*, *492*
Beltsche Körperchen 677
Belvisiaceae 692
Benediktenkraut 847
Bengalischer Hanf 684
Benincasa 834
Bennettites 426

Bennettitinae 424; 431; *425, 426, 427, 428*
— als angebl. Vorfahren d. *Polycarpicae* 522; *522, 523*
Bentham G. 10
Benzoëharz 773
Berberidaceae 619; 517, 521, 541, 623, 628, 850, 851; *517, 620, 621*
Berberidin 620
Berberidoideae 621
Berberis 621; 30, 794; *24, 29, 620*; W.: 224, 225
Berberitze 621
Berchemia 741
Berg-Ahorn 733
Bergamotte 724
Bergamottöl 724
Bergenia 664
Bergeria 341
Berg-Esche 819
Bergkirschen, japanische 675
Bergmehl 106
Bergminze 806
Berg-Ulme 559
Berkheya 846
Bernstein 451, 455
Bertholletia 692, 693
Bertolonia 697
Bertolonien 697
Bertramwurzel 846
Besseyosphaera 151
Bestäubung 398, 495, 496, 497
Beta 577; *576;* W.: 90, 92, 186, 205, 214, 225, 242
Betel (v. *Piper Betle*) 562
Betelnüsse (v. *Areca*) 924
Betelnußpalme 924
Betula 544; 527; *500, 526, 534, 544*; W.: 208, 227, 233
Betulaceae 544; 521, 524, 527; *544, 545*
Betuleae 544
Beulenbrand des Mais 219
Beulenpest 90
Beureria 784
Beutelchen (der Orchidaceen) 913; *912*
Bewegung der Flagellaten 65; *65*
— der Myxomyceten 70, 71; *70*
Bewegung der Schizophyceen 79
— der Schizomyceten 82, 83, 94; *83*
— der Peridinieen 98
— der Bacillarieen 104; *105*
— der Conjugaten 113
— der *Volvocales* 148
— der Rhodophyten-Monosporen 139
— siehe auch Gameten, Schwärmer, Spermatozoiden, Zoosporen
Bewirkung, direkte 41, 54, 58; *57*
Bezoarwurzel 554
Biatorella 253
Biciliate Spermatozoiden (bei Cormophyten) 281, 319, 324, 332; *281, 329*
Bicornes 763; 653, 755, 756, 759, 781; *764*
Bicuhybafett 607
Biddulphia 108; *102, 107*
Biddulphioideae 108; *102, 103, 107*
Bidens 845; *24*
Biebersteinia 718
Biergärung 198
Bierhefe 198
Bifora 753
Bignonia *24, 799*
Bignoniaceae 797; 788, 789, 799, 801; *776, 798, 799*
Bildungsabweichungen 25
Billbergia 880; *878*
Bilsenkraut 786
Bingelkraut 595
Binse 877
Binuncleata 66 (Fußnote)
Biogenetisches Grundgesetz 27
Biophytum 717; 716; *716*
Biotypus 15
Biovularia 794
Birke 544
— siehe auch *Betula*
Birkenreizker 234
Birkenteer 544
Birne 674
— Birnbaum, siehe auch *Pirus*
Bisamholz, australisches 844
Bisamkörner 706
Biscutella 637
Bitterfäule des Obstes (*Cephalothecium* und *Gloeosporium*) 242
Bitterholz 725
Bittersüß 786
Bixa 640
Bixaceae 640; 639, 704; *640*
Biziliate Spermatozoiden (bei Cormophyten) 281, 319, 324, 332; *281, 329*
Bizzarria 725
Black-rot (der Weintrauben) 214, 744
Black-wood 678
Blätterkohl 636
Blätterpilze (*Agaricaceae*) 234
Blasen (v. *Utricularia*) 794; *793*
Blasenrost 226
Blasenstrauch 683
Blasentang 130
Blasia 314; 309; S.: 80
Blastemanthus *654*
Blastenia 256
Blastodinium 100
Blastophaga 555
Blastophysa 165
Blastosporaceae 156
Blatt (der Characeen) 169
Blatt (der Cormophyten i. allg.) 259, 278
— — Funktion und Gestalt 23; *24*
— (der Bryophyten) 280, 284
— — anatomischer Bau 285, 287, 295, 304, 309; *286, 305*
— (der Pteridophyten) 278, 320, 322, 323
— (der Gymnospermen) 402
— (der Angiospermen) 467, 538, 540, 848, 851
— Erstlings-B., Jugend-B. 30; *29*
Blattdornen *24*
Blattfallkrankheit der Johannisbeeren 205
Blattfleckenkrankheit der Erdbeeren 214
— der Petersilie 243
— der Sellerie 242
— verschiedene 242, 243
Blattkohl (Blätterkohl) 636

Blattnarben *340*, *367*, *437*
Blattohren (bei Lebermoosen) 309
Blattpolster (von *Lepidodendrales*) *340*
— (von *Picea*) *437*
Blattranken *24*
Blattschwärze der Runkelrübe 242
Blattstiel der Pteridophyten (Querschnitt) *321*
Blaualgen 75
Blaue Lotosblume 623
Blaue Milch 91
Blauer Eiter 91
Blauholz 682
Blechninae 373
Blechnum 381; *31*, *371*, *380*
Blechum 802
Blitaceae 576
Blüte (Definition derselben) 394; 338
— (von *Selaginella*) 338, 394
— (der Gymnospermen i. allg.) 261, 394, 403
— (der Cycadinen) 417, 423; *416*, *417*, *418*, *419*
— (der Bennettitinen) 424, 428, 522; *425*, *426*, *427*, *428*, *522*, *523*
— (der Cordaïtinen) 429; *430*
— der Ginkgoïnen) 432; *432*
— (der Coniferen) 438; *440*, *441*, *442*, *443*, *444*, *445*, *447*, *448*, *449*, *450*, *452*, *453*
— (der Gnetinen) 456, 459, 463, 466; *457*, *461*, *464*, *466*
— (der Angiospermen) im allg. 261, 394, 468, 472
— — Ableitung derselben 528; *529*
— — Achse derselben 395, 472
— — Andröceum 396, 478
— — Anordnung der Organe 472
— — Bau der Blüte 395, 472
— — Blütenhülle 395, 475
— — Gynöceum 397, 484
Blüte (der Angiospermen), Organe der Blüte 395, 472
— — Symmetrieverhältnisse 474
Blütenachse 395, 472; *473*
Blütenanschluß 476; *477*
Blütenbau der Angiospermen 395, 468, 472
Blütenbiologie 398, 497
Blütenboden 395, 472
Blüteneinsatz 476; *477*
Blütenhüllblätter 394, 475, 476
Blütenhülle 395, 475
Blütenkorb 842
Blütenmutationen *53*
Blütenökologie 398, 497
Blütenpflanzen 393; 279
— Befruchtung 399, 406, 497
— Bestäubung 398, 495
— Blütenbau 395, 403, 472
— Embryoentwicklung 400, 410, 506
— Generationswechsel 265, 275, 278, 394
— Organographie der Blüte 395, 403, 472
— Samenentwicklung derselben 400, 411, 509
Blütenscheide (der Palmen) 919
Blütenstände 396, 468; *471*
Blütenstandsranken 741, 742
Blütenstaub 396
Blütenwachs 913
Blütenzapfen der Koniferen 439
Blumenbachia 650
Blumen-Esche 819
Blumenkohl 636
Blumenkronblätter 475, 476
Blumenkrone 395, 475, 476
— Herkunft derselben 531, 532, 536; *529*
Blumenrohr 906
Blutende Hostien 91
Blutiges Mehl 91
Blyttia *310*
Blyxa 857
Bocconea 630
Bocharaklee 684
Bock Hieronymus 2
Boehmeria 560; *560*
Bohne 684
— siehe auch *Phaseolus*
Bois d'or du Cap 738
Boisduvalia 699
Boldo, Folia B. 613
Boletus 233
Bomarea 874
Bombacaceae 708; *707*, *708*
Bombax 709
Bombay-Ebenholz 772
Bonnemaisoniaceae 143
Boottia 857
Boraginaceae 781; 773, 775, 805; *782*, *783*; W.: 225
Borago 784; *782*
Boragoid 783; *783*
Borassoideae 924
Borassus 924
Boretsch 784
Borneokampfer 660
Borneotalg 660
Bornetella 167
Boronia 724
Borraginaceae, siehe *Boraginaceae*
Bossiaea 684
Bostrychia 143
Bostryx 470
Boswellia 725; *726*
Botany-bay Gummi 868
Botanyholz, schwarzes 685
Bothrodendron 341; 333
Bothrostrobus 341
Botrychium 358; 360; *357*, *358*, *359*
Botrydiaceae 162; 165, 175; *162*
Botrydiopsis 152; 148
Botrydium 162; 148; *162*
Botryococcaceae 152; 148; *151*
Botryococcus 152
Botryopteris 355
Botrytis 205
Botrytische Infloreszenzen 469, 470, 471, 472
Bougainvillea 579
Boussingaultia 588
Bouvardia 825
Bovista 241; *238*
Bowenia 423; 417
Bowiea 868; 866
Brachiale Infloreszenzen 471, 472
Brachsenkraut 354

Brachychilum *905*, *906*
Brachychiton 713; 711
Brachylaena 843
Brachysiphon 686; 492
Brachytheciaceae 304; *302*
Brachythecium 304
Brachy-Uredineae 222
Brätling 234
Brakteen 469
Brakteolen 469
Brand 218, 219, 220
— Beulen-B. 219
— Flug-B. 219
— Rausch-B. der Tiere 90
— Staub-B. 219
— Stein-B. 220
— Stink-B. 220
Brandbeulen an Mais 219
Brandkrankheiten 219, 220
Brandkraut 806
Brandpilze 218
Brandsporen 218
Brasenia 623
Brasilholz, gelbes 554
Brasilianische Nuß 693
Brasilianische Piassave 924
Brasilianisches Elemi 725
— Rosenholz 688
Brassavola 916
Brassica 636; 635; *53*, *634*, W.: 91, 180, 214, 243; *179*
Brassiceae 636
Braun A. 7
Braunalgen 115; 158
Braunfärbung des Wassers 105
Braunfäule d. Kohlgewächse 91
Braunia 301
Braunrost 225
Brebissonia 110; *109*
Brechnuß 809
Brechwurzel 826
Bredemeyera 728
Brefeldia 71
Bremia 186; *185*
Brenner, roter (des Weinstockes) 205, 744
— schwarzer (des Weinstockes) 242
Brennessel 560
Bretschneidera 638
Bretterwurzeln 555; *557*
Breutelia 299
Briza 898; *896*
Brizula 887
Brombeere 671
Brombeerstrauch, siehe auch *Rubus*
Bromelia 880
Bromeliaceae 877; 512, 862, 863, 883; *878*, *879*
Bromus 898; W.: 225
Brongniart A. 6
Broomeia 241
Brosimum 556
Brot-Bereitung 198
Brotfruchtbaum 556
Broussonetia 554; *554*
Brownsche Molekularbewegung 83
Bruchfrüchte 515
Bruchia 293
Bruckenthalia 769
Brugmansia 611
Bruguiera 691; *690*
Brunella 806; *804*
Brunelle 806
Brunellia 665
Brunelliaceae 665
Brunfels O. 1
Brunfelsia 787
Bruniaceae 666
Brunnenkresse 636
Brunonia 841; *839*
Brunoniaceae 841; *839*
Brunsvigia 874
Brut (Champignonbrut) 230
Brutäste (bei Laubmoosen) 289
Brutbecher (von Lebermoosen) 311; *315*, *316*
Brutknospen (bei Rhodophyten) 134
— (bei Laubmoosen) 289
— (von *Lycopodium*) 332; *330*
Brutkörper (von Laubmoosen) 289, 303; *283*, *289*, *303*
— (von Lebermoosen) 311; *316*
— (von Pteridophyten) 331, 337, 345, 364; *363*
Brutorgane (von Laubmoosen) 289, 303; *283*, *289*, *303*
— (von Lebermoosen) 311; *315*, *316*
Brutorgane (von Pteridophyten) 331, 332, 337, 345, 364, 369; *330*, *363*, *373*
Brutsprosse (von Lebermoosen) 311
Brutzellen (von Rhodophyten) 134
— (von Lebermoosen) 311
Bryaceae 298; *283*, *286*, *289*
Bryales 291; 290, 305, 307
Bryineae 293
Bryonia 835; 834
Bryoniaceae 831
Bryophyllum 663; *660*
Bryophyta 280; 62, 260, 279, 323
Bryophyten, Abstammung derselben 259, 260, 277, 282
— Antheridien derselben 260, 266, 280, 287, 309; *288*, *312*, *313*, *316*, *317*
— Archegonien derselben 260, 268, 280, 281, 287, 309; *269*, *282*, *288*, *312*, *313*, *316*
— fossile 291, 311
— Gametophyt derselben 262, 280; *263*
— Generationswechsel derselben 260, 261, 275, 277
— Reduktionsteilung bei denselben 261
— Rhizoiden derselben 262, 280; *263*, *283*
— Spermatozoiden derselben 260, 281; *281*
— Sporophyt derselben 262, 280, 281
— vegetative Fortpflanzung 289, 311; *289*, *315*, *316*
— Vorkeim derselben (siehe auch Protonema) 262, 280; *263*, *283*, *284*, *298*, *303*, *305*, *308*
Bryopsidaceae 162
Bryopsis 162; 146
Bryum 298; *22*, *286*
Bucco, Folia B. 724
Buche, Rot-B. (*Fagus*) 547
— Weiß-B. (*Carpinus*) 545
— siehe auch *Fagus*
Bucheckern 547
Buchnüsse 547

Buchsbaum 599
Buchweizen 574
Bucklandia 601; *600*
Buddleia 810
Buddleiaceae 809; 808
Büffelholz 825
Buellia 256
Buelliaceae 256
Bütschische Körperchen 102
Bulbillen (bei Farnen) *373*
Bulbochaete 159
Bulbophyllum 916; 911; *910*
Bulgaria 205
Bulnesia 721
Bunias *635*
Bunium 748, 751; 509
Bupleurum 754; 748, 750
Burchellia 825
Burckhart J. H. 2
Burgunderrübe 577
Burmannia 883; *882*
Burmanniaceae 882; 862, 863; *882*
Bursera 725
Burseraceae 725; *726*
Burzelkohl 588
Butomaceae 855; 851; *855*
Butomus 855; *853*, *855*
Butterbaum, afrikanischer 659
Butterpilz 233
Buttersäuregärung 90, 91
Butyrospermum 775 ; *774*
Buxaceae 598
Buxbaumia 300; 264; *294*, *300*
Buxbaumiaceae 299; *294*, *300*
Buxus 599
Byblis *665*
Byrsonima 720

Cabomba 623; 851; *517*, *622*
Cabombeae 851
Cabomboideae 623
Cacalia 846
Cacao 711
Cactaceae 582; 23, 59, 538, 580; *575*, *583*, *584*, *585*, *586*, *587*
Cadinum, Oleum cad. 448
Caeoma 225
Caesalpin A. 2
Caesalpinia 682; 681; *682*
Caesalpinioideae 681; 675, 677
Cail-Cedra-Holz 726
Cajanus 684
Cajeputi, Oleum C. 695
Cajophora 650
Cakile 637
Calabar, Semen C. 684
Calabarbohne 684
Calabasse 834
Calabassenbaum 798
Caladenia 915
Caladium 931
Calamagrostis 901
Calamariaceae 350; *351*, *352*
Calami, Rhizoma C. 930
Calamites 352; *351*, *352*
Calamodendron 352
Calamopityeae 393
Calamostachys 352; *352*
Calamus 924; 919; *920*, *921*
Calandrinia 588; *479*, *575*
Calanthe 916
Calathea 907
Calceolaria 790; *479*, *788*
Calcuttahanf 710
Caleana 915
Calebasse 834
Calebassenbaum 798
Calendula 846; 842, 843; *840*
Calenduleae 846
Caliciaceae 250; *251*
Calicium 250; *251*
Calla 930; *479*
„*Calla*“ (*Zantedeschia*) 930
Calliandra *483*
Callianthemum *617*
Callicostella 303
Callistemon 695
Callistephus 844
Callithamnion 143; *141*
Callitrichaceae 599; *599*
Callitriche 599; *599*; W.: 180
Callitris 448; *29*
Calloideae 930
Calluna 769; *767*
Calobryum 313; 308; *313*
Calocera 228
Calomniaceae 300
Calomnion 300
Calophyllis 142
Calophyllum 659
Caloplaca 256
Caloplacaceae 256
Calothamnus 695
Calothrix 80; 79
Calotropis 818
Caloxylon 391
Caltha 618; 619, 625
Calycanthaceae 612; 503, 653; *613*
Calycanthus 613
Calycera 830
Calyceraceae 830
Calyciflorae 602
Calycophyllum 825
Calycotome 679
Calyculus (der Loranthaceen) 569
Calymperaceae 295
Calymperes 295
Calypogeia 314
Calypso 915
Calyptospora 227; *226*
Calyptra 289, 291, 309; *294*, *302*, *306*, *312*, *313*, *315*
Calyptrion *645*
Calystegia 779
Calyx 395, 475
Cambium 320
Camelina 637
Camellia 657; *657*
Camelliaceae 656
Campanula 836, 837; 513; *53*, *514*, *836*
Campanulaceae 835; 650, 704, 830, 831, 837, 838; *836*
Campbellosphaera 151
Campeche-Holz 682
Campelia *479*
Campsis 798
Camptotrichaceae 80
Campylocentron 911; *910*
Campylodiscus 110
Campylopus 293
Campylotrope Samenanlage 397; *485*
Canadabalsam 450
Canaigrewurzel 574
Cananga 606; *606*
Canariengras 901
Canarium 725
Candelaria 256
Candolle A. P. de 4
Caneel Appel 606
Canella 607
Canellaceae 607
Canna 906; *489*, *905*

Cannabaceae 558
Cannabis 559; 488; W.: 794
Cannaceae 906; *905*
Cannastärke 906
Cantharellineae 230 (Fußnote)
Cantharellus 234; 230
Capensisches Mahagoniholz 726
Capilli Veneris, Herba C. V. 381
Capillitium (der Myxomyceten) 71; *72*
— (bei Gasteromyceten) 237, 241
Capitulum (bei Characeen) 171; *171*
— (Blütenstand) 470
Capnodium 200
Capparidaceae 632; 628, 629, 638, 639, 650, 704; *629*, *632*
Capparis 633; *632*
Caprificus 555
Caprifoliaceae 826; 665, 703, 745, 821; *827*
Capsaïcin 786
Capsella 637; 635; *509;* W.: 185; *186*
Capsicum 786
Capsula 515
Caragana 683
Caraguatá 880
Caralluma 815; *816*
Carapa 727
Carapa-Öl 727
Cardamine 636; 635; *635*, *637*
Cardamomen 906
Cardiopteridaceae 739
Cardui benedicti, Herba C. b. (*Cnicus*) 847
Carduus 846
Carex 891; 890; *889*, *890*; W.: 225
Carica 649; 494, 652; *648*, *649*
Caricaceae 648; 639, 650, 755, 830, 831, 836; *648*, *649*
Caricoideae 891; 890
Carinae 349
Carinalhöhlen 349; *348*
Carludovica 927; 926; *927*
Carmichaelia *29*
Carnaubapalme 924
Carnaubawachs 924
Carnegia 588
Carobbe di Giudei 730
Carotin 75, 78, 102, 146
Carotte 754
Carpell 396
Carpellträger (der Umbelliferen) 748; *752*
Carpid 396
— Entwicklung desselben *534*
Carpinus 545; *545*; W.: 205, 208
Carpocephalum 315; *315*, *316*
Carpogon(ium) 135, 136; *133*, *135*, *136*, *137*, *138*, *141*
Carpogon-Ast 136; *135*
Carpogonzelle 138
Carpospore 137, 138, 139; *136*
Carrageen 142
Carthamus 847
Carum 753; *752*
Caruncula 511, 594; *510*, *595*
Carvi, Fructus C. 753
Carya 551
Caryocar 655
Caryocaraceae 655
Caryoid 111; *112*
Caryophyllaceae 588; 576; *575*, *589*, *590*; W.: 227
Caryophyllus 695
Caryopse 514, 893; *893*, *894*
— beschalte 894
Caryota 924; 919; *918*, *925*
Cascara Sagrada 741
Cascarillarinde 595
Casimiroa 724
Cassia 682; 680; *479*, *679*
Cassia caryophyllata (von *Dicypellium*) 615
Cassia-Öl (v. *Cinnamomum Cassia*) 615
Cassine 738
Cassiope 767
Cassytha 615; 614; *614*
Castalia 623
Castanea 547; 570; *546*
Castelnavia 669; *667*
Castilleja 791; 790
Castilloa 556; *556*
Castoris, Oleum C. 595
Casuarina 543; 527, 530, 533; *24*, *526*, *529*, *542*
Casuarinaceae 542; 521, 524, 527; *542*
Casuarina-Typus des Embryosackes *496*
Catalpa 798
Catasetum 916; 911, 913, 915; *910*, *912*
Catechu (v. *Acacia*) 678
— Gambir-C. (v. *Uncaria*) 825
Catenella 142
Catha 738
Catharinaea 300; *286*
Catopheria 807
Catopherioideae 807
Catoptridium 298
Catoscopiaceae 299
Catoscopium 299
Cattleya 916; *909*
Caucalis 753
Caudicula (der Orchidaceen) 913; *912*
Caulerpa 164; *22*, *164*, *165*
Caulerpaceae 164; *164*, *165*
Caules Dulcamarae 786
Cauloid (der Phaeophyten) 115; *116*, *125*
Caycay-Fett 725
Ceanothus 741
Ceara-Kautschuk 596
Cecropia 556; *557*
Cedar, White cedar (*Libocedrus*) 448
— — — (*Chukrasia*) 726
Ceder 451
— japanische (*Cryptomeria*) 447
— virginische (*Juniperus virg.*) 448
Cedernholz (*Cedrela*) 726
— (*Juniperus virginiana*) 448
— von Singapore (*Toona*) 726
Cedrela 726
Cedreloideae 726
Cedro, Acqua di C. 724
Cedrus 451; *452*
Ceiba 709; *707*
Celastraceae 736; 734, 738, 739; *737*
Celastrales 736; 591, 599, 704, 705, 714, 721, 722, 740, 744, 745, 755, 764, 771, 777, 819; *714*

Celastrin 738
Celastrus 738; 737
Celidiaceae 205
Celidium 205
Cellulinkörner 183
Cellulosebalken 164; *164*
Celosia 578; *51*, *534*, *578*
Celsia 790
Celtis 559; *558*
Cenangiaceae 205; 206
Cenangium 205
Centaurea 846; 843; *840*
Centaurium 811; *479*, *811*
Centradenia 697; *697*
Central-, siehe Zentral-
Centranthus 828; *827*
Centricae 107; 96, 106; *102*, *103*, *106*, *107*, *108*, *109*
Centrifugale Infloreszenzen 469
Centripetale Infloreszenzen 469
Centrolepidaceae 886
Centrolobium 681; *680*
Centroplasma 76, 77
Centropogon 837
Centrospermae 576; 535, 572, 591, 755, 757, 758, 759, 831; *575*
Centrostachys 578
Cephaëlis 826
Cephalanthera 915
Cephalaria 830
Cephaleuros 158; 175; S.: 250
Cephalium 587
Cephalocereus 587
Cephalotaceae 626; 625
Cephalotaxeae 444
Cephalotaxus 444; 270, 407, 409, 521; *443*
Cephalothecium 242
Cephalotus 627; 625
Cephalozia 313
Ceramiaceae 143; *141*
Ceramiales 143; *133*, *141*
Ceramium 143; 133; *132*, *141*
Cerastium 590; *589*
Ceratiomyxa 74
Ceratium 101; *98*
Ceratodon 293
Ceratolejeunia 314
Ceratonia 681; *681*
Ceratophyllaceae 624
Ceratophyllum 624
Ceratopteris 381; *267*
Ceratosphaeria 212
Ceratostoma 212
Ceratozamia 423; 416
Cerbera 814
Cercidiphyllaceae 601
Cercidiphyllum 601
Cercis 682
Cercopodo 66; *65*
Cercospora 242
Cereoideae 587
Cereus 587; 567, 586; *30*, *585*, *586*
Ceropegia 818; 815; *816*
Ceroxyloideae 924
Ceroxylon 924; 919
Cestreae 786
Ceterach 381
Cetraria 255; *255*
Ceylon-Ebenholz 772
Chaenomeles 674
Chaenostoma 790
Chaenotheca 250
Chaerophyllum 753; *752*
Chaetangiaceae 142; *132*, *136*
Chaetangium 142
Chaetoceras 108
Chaetocladiaceae 189; *188*
Chaetocladium 189; *188*
Chaetomium 212
Chaetomorpha 169
Chaetonema 158
Chaetopeltidaceae 160
Chaetopeltis 160
Chaetophora 158
Chaetophoraceae 156; *157*
Chaetophorales 155
Chaetosiphonia 147
Chaetosphaeridium 160
Chainoderma 241
Chalaza 397; *485*
Chalazogamie 501, 527; *496*, *499*, *500*, *526*
Chamaecyparis 448; *440*
Chamaedorea 924; 919
Chamaedoris 167; *166*
Chamaegigas 789
Chamaenerion 699; *698*
Chamaepericlymenum 746
Chamaerops 924; *918*
Chamaesiphon 79; *77*
Chamaesiphonales 79; *77*
Chamira 637
Chamireae 637
Chamomillae, Flores Ch. (v. *Matricaria*) 846
Chamomillae romanae, Flores Ch. r. (v. *Anthemis*) 846
Champignon 235; W.: 242
Champignonbrut 230
Chantransia 140, 142; *135*
Chara 172; *170*, *171*
Characeae 169; 146, 260; *170*, *171*
Characium 152; *153*
Charales 169; 148; *170*, *171*
Charrinia 214
Chartreuse 807
Chaulmugru 646
Cheilanthes *371*
Cheiranthus 636; *634*
Cheirostrobaceae 346; *346*
Cheirostrobus 346; *346*
Chelidonium 631; *510*, *630*, *631*
Cheloniodiscus 108; *109*
Chemie 33
— physiologische 34
Chenopodiaceae 576; 541; 553, 590; *575*, *576*, *577*
Chenopodium 577; *575*; W.: 186
Chestnut Oak 547
Chiastobasidien 230 (Fußnote)
Chiloscyphus 314
Chimären 674, 684, 786
Chimaphila 766
Chimonanthus 613; 612; *613*
Chinae, Cortex Ch. (von *Cinchona*) 825; *825*
— Tubera Ch. (v. *Smilax*) 870
Chinagras 560
Chinarinde 825
Chinesische Datteln 741
— Galläpfel 730
— Kartoffel 881
— Pflaume 732
Chinesischer Indigo 574
— Kampfer 615
— Zimt 615
Chinesisches Reispapier 747
Chiococca 825
Chiodecton 251
Chiodectonaceae 251
Chionaster 154
Chios-Terpentin 730
Chitin 33, 174, 177, 180, 186, 191

Chitonomyces 216
Chittagong wood 726
Chlaenaceae 713
Chlamydobacteriaceae 92; 82; *81, 93*
Chlamydoblepharis 149; 175
Chlamydomonadaceae 149; 147; *149*
Chlamydomonas 149
Chlamydosporen 174, 187, 192, 216, 218, 221, 230, 242, 248
Chloranthaceae 562
Chlorella 154
Chloris 894
Chlorochytrium 152; 147; *153*
Chlorococcum 152
Chlorocyperus 891
Chlorocysten (Assimilationszellen) 287, 295, 304; *286, 305*
Chlorocystis 152
Chloromonadina 67 (Fußnote)
Chloromonadineae 68
Chlorophora 554
Chlorophyceae 145; 139, 140, 175, 182, 245, 259, 277, 283
Chlorophyceen, als Flechtensymbionten (siehe auch *Pleurococcus, Trentepohlia, Cephaleuros* usw.) 245, 252, 254, 255, 256
— fossile 148, 167, 172; *168*
— heterotrophe (parasitische, saprophytische und symbiontische) 147, 149, 151, 152, 154, 158, 161, 162
Chlorophyll 61, 75, 78, 96, 97, 111, 131, 145
Chlorophytum 866, 868
Chlorosplenium 205
Chlorothecium 152; 148
Chlorozysten (Assimilationszellen) 287, 295, 304; *286, 305*
Choanephora 189
Choanephoraceae 189
Choiromyces 201
Chokolade 711
Cholera asiatica 91
— nostras 91
Chomiocarpon 316; *263, 308*
Chondria 143
Chondrilla 843
Chondrococcus 144
Chondrodendron 616
Chondromyces 95; *94*
Chondrus 142, *141*
Chorda 126; 118
Chordaceae 126
Chordaria 121
Chordariaceae 121
Choreabutter 775
Choripetalae 539, 540; 755, 756, 763
Chorisia 709
Choristocarpaceae 119
Choristocarpus 119
Chosenia 552
Chromatin 35
Chromatinkörner (d. Schizomyceten) 82; *81*
Chromatophor (der Schizophyceen) 76; *76*
Chromatoplasma 76, 77
Chromogene Schizomyceten 83, 89
Chromosomen 35
Chromosomenzahl (beim Generationswechsel der Cormophyten) 262, 322; *262*
Chromulina 67
Chroococcales 79; *77*
— als Flechtensymbionten 245, 252, 257
Chroococcus 79; *77*; S.: 702
Chroolepidaceae 158; 175; *157*; S.: 245
Chrozophora 595
Chrysanthemen 846
Chrysanthemum 846; 843; *480*
Chrysidella 68
Chrysithrix 890
Chrysobalanaceae 675; 670, 677; *672*
Chrysobalanus 675; *672*
Chrysomonadina 66 (Fußnote)
Chrysomonadineae 67; *66, 67*
Chrysomyxa 225; *224*
Chrysophlyctis 179
Chrysophyllum 775; *774*
Chrysosplenium 664; *662*
Chrysymenia 143; *141*
Chukrasia 726
Chusquea 898
Chytridiales 177; 69, 175, 184; *177, 178, 179, 180*
Chytridium 180; *177*
Cibeben 743
Cibotium 378; *374*
Cicer 684
Cichorieae 847
Cichorium 848
Cicuta 753
Cilien 70, 146, 178, 179, 281, 422
— siehe auch Geißeln und Wimpern
Cilienkranz 159, 162; *158*
Cilioflagellaten 97
Cimicifuga 618
Cinae, Flores C. 846
Cinchona 825; *825*; W.: 205
Cinchonoideae 825
Cincinnus 470
Cinclidium 299
Cinclidoteae 296
Cinclidotus 296
Cineraria W.: 186
— siehe auch *Senecio*
Cinerarie 846
Cinnamomum 615; 851; *614*
Cintractia 219
Circaea 699; *698*
Cirsium 846
Cissus 744; 611, 742, 743; *742*
Cistaceae 639; 704
Cistanche 794
Cistrose 640
Cistus 640
Citrone 724
Citronenholz (v. *Erithalis*) 826
Citrullus 834
Citrus 724; 503, 722; *723*; W.: 235
Cladium 891
Cladochytriaceae 180
Cladochytrium 180
Cladonia 253; 248; *245, 247, 253, 255*
Cladoniaceae 253; *245, 247, 251, 253, 255*
Cladophora 169; *168*; W.: 158
Cladophoraceae 169; *168*
Cladosporium 242
Cladostephus 120
Cladothrix 93; *81, 93*

Cladoxyleae 393
Clarkia 699; *698*
Classis 13
Clathraceae 241; *240*
Clathraria 342
Clathrella 242
Clathrocystis 79
Clathrus 242; *240*
Clausena 724
Clavaria 231; *232*
Clavariaceae 231; 230; *232*
Claviceps 211; *211*; W.: 211
Clavija 760
Cleistocarpe Moose 291, 293, 296, 298
Clematis 619; 618; *534*, *617*
Clematoclethra 653
Cleome 633; *629*
Clerodendron 803; 802
Clethra 764
Clethraceae 764; 653
Clevea 315
Clianthus 679
Climaciaceae 301
Climacium 301
Clintonia 494
Clitocybe 235
Clitopilus 235
Clivia 874; *849*
Closterium 113; *112*
Clostridium 84, 91
Clusia 659; *658*
Clusius C. 2
Clytostoma *798*
Cneoraceae 721
Cneorum 721
Cnestis 676
Cnicothamnus 843
Cnicus 847
Cobaea 780; *24*, *483*
Coca, Folia C. 719
Cocaïn 719
Coccaceae 89; *83*, *86*, *88*
Coccolithophorineae 68; *66*
Coccoloba 574
Cocconeis 110
Coccus 820
Cochenille-Schildlaus 587
Cochlearia 637
Cochlioda *912*
Cochliostema 885; *884*
Cochlospermaceae 640
Cochlospermum 640
Cocos 924; 919; *920*, *923*
Codiaceae 164; *165*
Codiaeum 596; 492
Codiaeum-Typus der Embryosackbildung 492, 494; *493*
Codium 164; 146
Codonosiga *67*
Coelastraceae 154; *153*
Coelastrum 154; *153*
Coelebogyne 595; 503
Cöloblast 148
Coelococcus 924; *920*
Coelogyne 916; *910*
Coelonema 72
Cönobium 75, 81, 96, 97, 101, 110, 113, 145, 146, 148; *150*, *151*, *153*, *154*
Cönobium, Fragmentation desselben 146
Cönocarpium 512
Cönocentrum 184; *187*
Coenogoniaceae 252
Coenogonium 252
Cönokarpium 512
Cöno-Makrospore 492
Cönosorus 369
Cönozentrum 184; *187*
Coffea 825; *822*, *823*; W.: 225
Coffeoideae 825
Cohn F. 8
Coix 902
Cola 712; 711
Colacium *67*
Cola-Nuß 712
Colchicum 866; 494, 497, 503
Coleanthus 893
Colebrookia 805
Coleochaetaceae 160; 148, 172, 259; *160*, *161*
Coleochaete 160; *160*, *161*
Coleonema *473*
Coleoptile 895; *893*
Coleorrhiza 895; *850*, *894*
Coleosporium 227; 228; *224*, *226*
Coleus 807
Collema 252; *195*
Collemataceae 252; *195*, *245*
Colletia 741; *740*
Colletotrichum 242
Collinsia 791
Colocasia 930
Colocasioideae 930
Colocynthin 834
Colocynthis 834
Cololejeunia 314
Colophonium 451
Colubrina 741
Columbae, Radix C. 616
Columella (bei Gasteromyceten) 237, 240
— (bei Laubmoosen) 288, 291, 305, 307; *292*, *306*
— (bei Lebermoosen) 311, 317; *318*
Columellia 808; *479*
Columelliaceae 808
Columna (der Orchidaceen) 907, 908, 913
Columnea 797
Columniferae 703; 591, 714, 721, 722; *714*
Colutea 683
Comatricha 74; *72*
Combretaceae 693
Combretum 693
Cometes 589; *590*
Commelina 885
Commelinaceae 884; *884*
Commiphora 725
Commissura (der Umbelliferenfrucht) 751
Completoria 189
Compositae 841; 472, 494, 524, 538, 650, 830, 831, 835, 886, 917; *840*, *844*, *845*, *846*, *847*; W.: 185, 186, 200
Compsopogon 140
Compsopogonaceae 140
Comptonia 547; *548*
Concauleszenz 785
Concavzelle 78
Conceptaculum (bei Fucaceen) 126, 127; *127*
— (bei Corallinaceen) 135, 144
Condurango, Cortex C. 818
Conferva 156
Congea 802
Conida 205
Conidien, siehe Konidien
Conidiobolus 190
Coniferae 434; 270, 402, 405, 409, 412, 413, 414, 431, 522, 524; W.: 202, 205, 227, 230, 233; *177* (siehe auch *Abies*, *Larix*, *Picea*, *Pinus*)

Coniferen, fossile 442
— phylogenetische Ableitung derselben 412, 413, 442
Coniocarpineae 250; *250, 251*
Coniocybe 250
Conium 753; *752*
Conjugatae 110; 96; *112, 114*
Connaraceae 675; *675*
Connarus 676; *675*
Connectiv 396, 478
Conobea 789
Conocephalus 316; *310*
Conopodium 748, 751;
Conostoma 393
Conostylis 874
Constitution, genotypische 45
Consolida 619
Continuierliche Variationen 42
Contortae 808; 777, 819, 822, 831
Convallaria 870; *864*
Convergenz, morphologische 23
Convolvulaceae 778; 755, 775, 809; *778*
Convolvulus 779; *778*
Conyza 844; 843
Copaifera 682
Copaiva-Balsam 682
Copepoden W.: 100
Copernicia 924
Copulation, siehe Kopulation
Coprinus 234; *229*
Copromyxa 74
Cora 257; *257, 258*
Corallina 144; *144*
Corallinaceae 144; 134, 135; *144*
Coralliorrhiza 915; 909; *910*
Corchorus 710
Cordaianthus 431
Cordaiospermum 431
Cordaioxylon 431
Cordaïtaceae 431; 434; *430*
Cordaites 430
Cordaïtinae 429; 413, 442; *430*
Cordia 783; *782*
Cordioideae 783
Cordyceps 211; *210*
Cordyline 869
Coreopsis 845
Corethron 108; *108*
Coriandreae 753
Coriandrum 753; *750*
Coriaria 739; 601
Coriariaceae 739
Corideae 763
Coris 763; 760
Cormophyta 259; 19, 61, 62, 147, 172, 176
Cormophyten, Abstammung derselben 259, 260, 277, 282
— Anpassung an das Landleben 176, 259, 277; *276*
— Chromosomenzahl beim Generationswechsel 262; *262*
— entwicklungsgeschichtlicher Zusammenhang 260
— Generationswechsel 173, 176, 259, 261
— Homologien zwischen den Gruppen derselben 261
— phylogenetische Entwicklung in Anpassung an das Landleben 277; *276*
— Übersicht der homologen Organe 274
— Ursachen der Veränderung der homologen Organe 275
Cornaceae 745; 551, 691, 703, 744, 821, 825; *745*
Cornales 744
Cornus 746; 472, 494; *746*
Corolla 475
Corolle 395, 475
Corolliflorae 754
Corona (der Asclepiadaceen) 815; *816*
— (der Passifloraceen) 648
— (v. *Piriqueta*) 646
Coronilleae 685
Coronopus 635
Corpusculum 409
Correa 722; *723*
Corrigiola 590; *575*
Corsia 883
Corsiaceae 883
Corsinia 315; *315*
Corsinieae 315
Cortaderia 898
Cortex ..... (Droge), siehe unter dem zweiten Worte
Corticium 230; *232*
Cortinellus 235
Coryanthes 916
Corydalis 631; 509; *510, 631*; W.: *186*
Coryleae 545
Corylopsis 601
Corylus 545; *545*
Corymbothyrsus 471; *471*
Corymbus 470
Corynaea 572
Coryne 205
Corynepteris 355
Corynocarpaceae 734
Corynocarpus 734
Corypha 924; 919
Coryphoideae 921
Corytholoma 797; *776*
Coscinodiscus 108
Cosmariospora 243
Cosmarium 113; *112*
Coso, Flores C. 673
Cossignia 473
Cossinia 510
Costaea 739
Costaria 126
Costus 906; 904
Cotinus 730; 729; *730*
Cotoneaster 674
Cotton tree 709
Cotylanthera 810
Cotyledo, siehe Cotyledonen
Cotyledon 663; *660*
Cotyledonarscheide 880; *517, 849, 850*
Cotyledonen (der Pteridophyten) 320, 334, 365; *319, 331, 335, 357, 366, 382, 383, 386, 387*
Cotyledonen (der Gymnospermen) 411, 442; *437, 462*
— (der Dicotyledonen) 400, 509, 538; *509, 512, 517, 850*
— (der Monocotyledonen) 400, 509, 539, 849; *508, 513, 849, 850*
Coumarouna-Holz 685
Courbaril-Holz 682
Couroupita 692; *692*
Cousinia 847
Cracca 681

Crambe 637; 635; *637*
Crassinucellat 487
Crassula 663; *661*
Crassulaceae 661; 685, 755, 777; *660. 661*; W.: 225
Crataegomespilus 674
Crataegus 674; *673*
Craterellus 321
Craterium *72*
Cratoneuron 304
Crawfurdia 810
Cremolobeae 637
Cremolobus 637
Crenothrix 92; *93*
Crepis 847
Crescentia 798; *799*
Crimson-Rambler 674
Crin d'Afrique 924
Crinum 874; 488, 873; *872*
Crocanthemum 640
Crocoideae 875
Crocus 875; *875*
Cronartium 225; 224; *224*
Crossosomataceae 675
Crossotheca 392
Crotalaria 684
Croton 595
„*Croton*" (*Codiaeum*) 596
Crotonoideae 595
Crowea *723*
Crucibulum 241; *238*
Cruciferae 633; 628, 638, 704; *629*, *634*, *635*, *637*; W.: 180, 185, 186
Cryphaea 301
Cryphaeaceae 301
Crypsis 894
Cryptocoryne 930
Cryptogamae 62
Cryptomeria 447; *442*
Cryptomerieae 447
Cryptomonadina (Fußnote) 66
Cryptomonadineae 68; 100; *66*
Cryptonemiales 143; *138*, *144*
Cryptoporus 234
Cryptospora *214*
Cucubalus 590
Cucullus (von *Nemophila*) 781
Cucumis 834; W.: 242 (siehe auch *Cucurbitaceae*).
Cucurbita 834, 835; 501; *483*
Cucurbitaceae 831; 528, 648, 650, 754, 755, 772, 819, 830, 836; *832*, *833*; W.: 186, 200
Cucurbitales 830; 755, 756, 821, 835
Cucurbitaria 212
Cumarin 675, 685, 826, 844, 901
Cunninghamia 450; *440*, *452*
Cunninghamieae 449
Cunoniaceae 665
Cupania *731*
Cuphea 688; *689*
Cupressaceae 445; 402, 405, 406, 409, 411, 438, 441, 442, 459; *439*, *440*, *442*, *445*, *446*, *447*, *448*; W.: 224
Cupressaceen-Typus des Embryosackes *496*
Cupresseae 447
Cupressoideae 447
Cupressus 447; *440*, *447*
Cupula (der *Cycadofilicinae*) 391; *391*, *392*, *520*
— (der *Fagaceae*) 547; *546*
— (der *Juglandaceae*) 548, 550; *550*
— (der *Julianiaceae*) 548, 549; *549*
— (der *Taxaceae*) *443*; siehe auch Fruchtwulst
Curaçao 724
Curare 616, 809
Curatella 653
Curcuma 905, 906; *905*
Curcuma-Papier 905
Curry 905
Cuscuta 779; 509; *780*
Cuscutaceae 779; *780*
Cutleria 122; 117
Cutleriaceae 122
Cyananthus 836
Cyanastraceae 870; 862, 871
Cyanastrum 870
Cyanophyceae 75
Cyanophycin 78
Cyanotis 885
Cyathea 379; *374*, *378*
Cyatheaceae 379; 367, 373, 382; *367*, *374*, *377*, *378*
Cyathium 472, 591, 594; *592*
Cyathophorum 303
Cyathus 241; *238*
Cybistax *799*
Cycadaceae 423; 270; *270*, *416*, *418*, *419*, *421*, *422*
Cycadeoidea 426; *425*, *426*, *427*, *523*
Cycadeoideeae 426; *425*, *426*, *427*
Cycadinae 415; 389, 399, 402, 403, 404, 407, 409, 410, 411, 412, 413, 428, 431, 520, 521, 522, 523, 524, 526
Cycadites 424
Cycadofilices 389; 323
Cycadofilicinae 389; 324, 326, 355, 403, 412, 414, 420, 423, 428, 429, 431, 521; *390*, *391*, *392*, *520*
Cycadospadix 424
Cycadoxyleae 393
Cycadoxylon 424
Cycas 423; 265, 396, 404, 409, 417, 418, 522; *416*, *418*, *419*, *421*, *422*, *520*; S.: 80
Cycaspalmen 423
Cyclamen 763; 509, 761; *479*, *761*
Cyclamineae 763
Cyclanthaceae 926; 917, 933; *927*
Cyclanthera 834
Cyclanthus 927; 926; *927*
Cyclea 616
Cyclische Blüten 472, 473
Cyclodictyon 303
Cyclolobeae 577
Cyclophorus 381; *368*
Cyclostigma 333
Cyclotella 108
Cycnoches 914
Cydonia 674
Cylindrocapsa 159
Cylindrocapsaceae 159
Cylindrocystis 113
Cylindrosporium 242
Cyma 471; *471*
Cymatopleura 110
Cymbella 110; *102*
Cymbidium 916
Cymbopetalum 606
Cymodocea 861; 860
Cymöse Infloreszenzen 469
Cymogene Schizomyceten 83

Cymopolia 167; *166*, *168*
Cynanchoideae 818
Cynanchum 815, 817; 503; *816*; W.: 226
Cynara 847; *840*; W.: 186
Cynareae 847
Cynodontium 293
Cynoglossum 784; *782*
Cynomoriaceae 572
Cynomorium 572
Cynosurus 898
Cyperaceae 888; 895; *889*, *890*; W.: 212 (siehe auch *Carex*)
Cyperales 888; 852, 863, 877, 891
Cyperus 891
Cypheliaceae 250
Cyphelium 250
Cyphia 837
Cyphiaceae 837
Cyphocarpa *578*
Cyphomandra 786
Cypresse 447
Cypripedilinae 908
Cypripedilum, *Cypripedium* 915; 492; *491*, *909*, *912*
Cypripedium-Typus der Embryosackbildung 492; *491*, *493*
Cyrilla 739
Cyrillaceae 739
Cyrischer Terpentin 730
Cyrtandra 797
Cyrtopodiaceae 301
Cyrtopodium 911
Cyste, siehe Zyste
Cystiden 230; *229*
Cystocarpium 137; *133*, *135*
Cystodinium 100
Cystophor 95
Cystopteris 380; *371*, *373*
Cystopus 185
Cystoseira 130; *128*
Cystoseirites 119
Cytinus 611; 494; *612*
Cytisus 684; 679
Cytologie 33
Cyttaria 206; *206*
Cyttariaceae 206; *206*
Czekanowskia 434

Dacrydium 445; 407; *440*
Dacryomyces 228
Dacryomycetales 228
Dactylaena *629*
Dactylanthus 572
Dactylis 898
Dactylopius 587
Daedalea 233
Daemonorops *24*
Dahlia 845
Dalbergia 685; 679
Dalbergieae 685
Dalechampia 595
Dalmatinisches Insektenpulver 846
Daltonia 303
Damiana, Herba D. 646
Dammar(-Harz) 659, 660
Dammara 407
Danaë 869
Danaea 361; *361*
Danthonia 900
Daphne 687; *687*
Daphnopsis 687
Darlingtonia 627; 626
Darwin Ch. 7, 40, 41
Darwinia 695; 472
Darwinismus 40
Darwinistische Lehren 41
Dasya 143
Dasycladaceae 167; 146, 172; *166*, *167*, *168*
Dasycladus 167; *167*
Dasylirion 869; *864*
Dasypogon *864*
Dasyscypha 205; *204*
Datisca 652
Datiscaceae 651; 639, 650
Datteln (v. *Phoenix*) 921
— chinesische (v. *Zizyphus*) 741
Dattelpalme 921
Dattelpflaume, japanische 772
Datura 786; 785; *507*, *776*
Datureae 786
Dauceae 754
Daucus 754; 751; *752*; W.: 242
Dauergewebe (bei Pilzen), siehe Dauermycelium
Dauermycelium 174, 230, 234, 235; *234*
Dauersporen (der Schizophyceen) 76, 78; *77*
— (der Schizomyceten) 82; *81*, *82*
— (der Conjugaten) 111 (siehe auch Zygoten)
Dauersporen (bei Chlorophyceen) 146, 147; *149*, *156*, *158*, *161*, *162*, *163*, *171*
— (bei Pilzen) 174, 178; *177*, *178*, *181*, *182*, *185*, *186*, *188*, *190*, *207*, *218*, *219*, *220*, *221* u. a.
Dauerstadium (v. *Haematococcus*) *149*
Davallia 380; *371*
Davallieae 380; 373
Davidia 691
Dawsonia 300; 287
Dawsoniaceae 300; 291
De Bary A. 7, 9
Debaryomyces 198
Decaisnea 616
De Candolle A. P. 4
Deckblätter 395, 469
Deckel (des Sporogons) 289, 291; *292*
Deckelkapsel 515
Deckschicht (d. Gymnospermen-Archegonien) 409 (Fußnote), 460
Deckschuppe 438; *408*, *440*, *442*, *443*, *445*, *449*, *450*, *452*
Deckspelze 892, 895; *893*
Dedoublement 481
Delamarea 121
Deleb-Palme 924
Delesseria 143; 133; *141*
Delesseriaceae 143; *141*
Delphinium 619; *617*
Dendrobium 916; *910*, *912*
Dendrocalamus *897*
Dendroceros 318
Dendroligotrichum 300
Dendrosicyos 834
Dentaria 636; *637*
Derbesia 162
Derbesiaceae 162
Derepyxis *67*
Dermatea 205
Dermatocarpaceae 249; *250*
Dermatocarpon 249; *250*
Dermatomykosen 242
Deschampsia 900; *896*
Desinfektion 85
Desmarestia 121
Desmarestiaceae 121
Desmidiaceae 113; 111, 179; *112*

Desmidium 114; *112*
Desmodium 685; 679; *680*
Desmomonadineae 100
Desmoncus 919
Deszendenztheorie 10, 40; 7
Deutzia 665; *662*
De Vries H. 42, 52
Dextrangärung 89
Diacrium 911
Diadelphische Staubgefäße 481
Dialypetaleae 539, 602; 771, 777, 830, 831, 836
— fossile 525
Diandrae 915
Dianthus 590; *589*
Diapensia 771
Diapensiaceae 770; 764; *770*
Diaphragma *292*
Diascia *788*
Diatoma 110; *102*
Diatomeae 101
Diatomeen, fossile 106, 108, 110; *109*
Diatomeen, heterotrophe 105, 106
Diatrype 214
Diatrypella 214
Dicellandra *697*
Dicentra 631; *629*, *631*
Dichaea 911; *910*
Dichaelia *816*
Dichapetalaceae 598; *598*
Dichapetalum 598; *473*, *598*
Dichasium 470
Dichelyma 301
Dichondra 779
Dichorisandra 885
Dichotomosiphon 164
Dichromena 890
Dickenwachstum, sekundäres (der Gymnospermen) 403
— — (der Dicotyledonen) 538, 848
— — (der Monocotyledonen) 540, 848
Dicksonia 378
Dicksoniaceae 377; 373; *374*
Diclidanthera 773
Diclidantheraceae 773
Dicnemon 293
Dicorynia 682
Dicotyledones 538, 540; 848, 849, 850, 851, 852, 917
Dicotyledones, fossile 525
— Keimlinge und Keimblattformen *512*, *517*
— phylogenetische Ableitung 515
— Stammquerschnitte *539*
— synkotyle Keimlinge 849, 850; *850*
Dicraea *669*
Dicraea-Typus der Embryosackbildung 492; *493*
Dicranaceae 293; *292*, *294*
Dicranella 293
Dicranum 293; 287; *292*, *294*
Dicraurus *578*
Dictamnus 724
Dictyoloma 724
Dictyolomoideae 724
Dictyonema 258; *257*
Dictyophora 242; 240
Dictyopteris 123; *123*
Dictyosiphon 121
Dictyosiphonaceae 121
Dictyosphaerium 151; 154; *151*
Dictyostelium 74
Dictyota 123; 117; *118*, *123*
Dictyotaceae 123; *123*
Dictyotales 123; *123*
Dictyuchus *183*
Dicypellium 615
Diderma 74
Didymella 212
Didymium *70*
Didymocarpus 797; *776*
Didymodon 296; *292*
Didymosphaeria 212
Didymotheca *575*
Dieffenbachia 930; *931*
Diervilla 828
Differenzierung in Organe 23
Digestionsdrüsen (bei *Nepenthes*) 625
Digitalin 790
Digitalis 790; *788*
Digitaria *896*
Dika-Fett 725
Diklinische Blüten 398
Dill 753
Dillenia 653; *654*
Dilleniaceae 652; 655, 763; *653*, *654*
Dimorphomyces 216
Dinkel 900
Dinobryon 67; *66*
Dinoflagellaten 97
Dinophysidaceae 101; *98*
Dinophysis 101
Dinotrichaceae 100 (Fußnote)
Diöcische Pflanzen 398
Dionaea 644; *642*
Dionysia 762
Dioon 423; 270, 416; *270*, *420*
Dioscorea 881; 880; *881*
Dioscoreaceae 880; 851, 862; *881*
Dioscorides 1
Diosma *723*
Diospyrales (*Ebenales*) 771; 756
Diospyros 772, 773; *772*
Diphtheritis 90
Diphylleia 621
Diphyscium 299
Diplobiont 37, 110; *37*
Diplococcus 89
Diplodia 243
Diplodinium 100; *99*
Diploidales 280
Diploide Phase 36; *36*, *37*
Diplolepidei 295
Diplophase 36; *36*, *37*
Diplopora *168*
Diplorrhynchus 510
Diplostemonie 474
Diplotaxis 637
Diplotesta 431
Diplotonema 392
Dipodascus 197; *192*
Dipsacaceae 828; 821, 822, 835; *829*
Dipsacus 830; *829*
Diptam 724
Dipterocarpaceae 659; *659*
Dipterocarpus 660; *659*
Dipteryx 685
Direkte Anpassung 59
— Bewirkung 41, 54, 58; *55*, *56*, *57*
Disa 915
Disceliaceae 297
Discelium 297
Dischidia 815; *817*
Disciphania 615
Discocarpineae 252; *195*, *245*, *247*, *251*, *253*, *254*, *255*
Discoideae 108; *102*, *106*, *109*

Discolichenes 250; 246, 249; *195, 245, 247, 250, 251, 253, 254, 255*
Discomycetes 201; 249; *202, 203, 204, 206*; S.: 249, 250
Diskontinuierliche Variationen 42
Diskusbildungen 472; *473*
Dissepiment 485
Dissodon 296
Distephanus 66
Distichophyllum 303
Distomatineae 67
Distylium 601
Dithezische Antheren 480
Ditrichum 293
Dividivi 682
Divisio 13
Dochan 901
Docidium 113
Dodecatheon 762; *761*
Dodonaea 731
Dodonaeus R. 2
Dogwood, Flowering D. 746
Dolde 470
Doldenrispe 470
Doldentraubige Infloreszenzen 469
Dolia 784
Dolichos 684
Doliocarpus 653; *653*
Dombeya 713; *483*
Dominica-Rosenholz 783
Donkellan-Krankheit 235
Doppelnadeln 450
Doppelte Befruchtung (bei Gymnospermen) 411, 461
— — (bei Angiospermen) 503; *502, 503*
Doppeltes Peristom 291; *292*
Dorema 754
Doronicum 846
Dorstenia 554; 512; *554*
Doryalis 646
Dorycnium 684
Dost 806
Dothideineae 212
Dotterblume 618
Douglastanne 450
Draba 636; 635
— (*Erophila*) 48, 504; *48, 49*
Dracaena 869; *864, 865*
Dracaenoideae 869; 866
Drachenblut (von *Calamus*) 924
— (von *Croton*) 595
— (von *Dracaena*) 869
Drachenblutbaum 869
Dracocephalum 804
Dracontium 930
Dracunculus 928
Draparnaldia 158; *157*
Drepanium 470
Drepanocladus 304
Drepanophyllaceae 298
Drepanophyllum 298
Dresch-Lein 715
Drimys 605; 604
Drosera 644; 483, 643; *642*
Droseraceae 643; 639, 665; *642*
Drosophyllum 644; *642*
Drude O. 8, 18
Drüsenzone (v. *Nepenthes*) 625
— (v. *Sarracenia*) 627
Drupa 515
Dryandra 564
Dryas 672; 501, 670, 671
Drymoglossum 368
Drynaria 381; *368, 370*
Dryobalanops 660; 615
Dryopteris 380; *262, 263, 362, 364, 365, 366, 371, 372, 379, 380*
Dudresnaya 143; *138*
Dürrfleckenkrankheit der Kartoffeln 242
Duftstoffe 398
Duguetia 606
Dulcamarae, Caules D., Stipites D. 786
Dulcamarin 786
Dumontia 143
Dumontiaceae 143; *138*
Dumortiera 316
Dum-Palme 924
Dunaliella 149
Durio 709; *707*
Duroia 824
Durvillea 129
Duvalia 815
Dynamit 106
Dysodia 845
Dysoxylum 727

Eagle wood 687
Ebenaceae 771; 755; *772*
Ebenales (= *Diospyrales*) 771; 756
Ebenholz (*Diospyros*) 772
— Bombay- 772
— Ceylon- 772
— grünes (*Tecoma*) 798
— Koromandel- 772
— Madagaskar- 772
— Senegal- (*Dalbergia*) 685
Eberesche 674
Ecballium 834
Echidnopsis 815; *818*
Echinocactus 587; 586; *587*
Echinodiaceae 301
Echinodorus 855
Echinophora 753; 750
Echinophoreae 753
Echinops 847; 842; *840*
Echitoideae 814
Echium 784; *782*
Echte Früchte 512
Ectocarpaceae 119; *120*
Ectocarpus 119; *120*
Ectoplasten 78
Edeltanne 450
Edelweiß 844
Edgeworthia 687
Edraianthus 836
Efeu 747
Ehretia 784
Ehretioideae 784; 783
Eiapparat 397, 490; *488, 490, 491*
Eibe 444
Eibefruchtung (bei Chlorophyceen) 146; *158, 160, 163*
— (bei Pilzen) 174, 177, 178, 181, 182; *182, 187*
Eibisch 706
Eiche 547
— siehe auch *Quercus*
Eichelkaffee 547
Ei-chen (Ovulum) 396
Eichengallen 547
Eichenmistel 570
Eichhornia 871
Eichler A. 8, 18
Eierfrucht 786
Eierschwamm 234
Eigenschaften, erworbene, Vererbung derselben 57, 58; *57*
Eikern (der Rhodophyten) *135*

Eikern (der Chlorophyceen) *158*
— (der Oomyceten) *187*
— (der Bryophyten) *269*, *282*, *288*
— (der Pteridophyten) *269*, *335*, *343*, *357*, *364*, *365*, *383*, *386*
— (der Gymnospermen) 410, 422; *269*, *408*, *421*, *459*, *496*
— (der Angiospermen) *488*, *490*, *491*, *492*, *493*, *496*, *501*, *502*, *503*
— siehe auch Eizelle
Einbeere 870
Einfache Infloreszenzen 469
Einfaches Peristom 291; *292*
Eingeschlechtige Blüten 398
Einhäusige Pflanzen 398
Einheiten, systematische 13
Einkeimblättrige 539, 848
Einkorn 900
Eisenbakterien 88, 92, 93
Eisenholz (*Argania*) 775
— (*Casuarina*) 543
— (*Ixora*) 826
— (*Metrosideros*) 695
— (*Sideroxylon*) 775
— (*Stadmannia*) 731
— ostindisches (*Mesua*) 659
— transkaukasisches (*Parrotia*) 601
— westindisches (*Colubrina*) 741
— v. Jamaika (*Fagara*) 724
Eisenhut 619
Eisenkraut 803
Eisenrindenholz 695
Eiskraut 581
Eiter, blauer 91
Eitererreger 89, 91
Eiweiß (Albumen) 400
Eizelle (der Phaeophyten) 117, 127, 128; *124*, *127*
— (der Rhodophyten) 134, 136, 137; *134*, *135*, *137*
— (der Chlorophyceen) 146, 147; *150*, *158*, *168*
— (der Bryophyten) 269, 281; *269*, *282*, *288*, *316*
— (der Pteridophyten) 270, 320; *269*, *329*, *335*, *343*, *357*, *364*, *365*, *383*, *386*
Eizelle (der Gymnospermen) 409; *408*, *421*, *432*, *433*, *458*, *459*
— (der Angiospermen) 397, 490; *488*, *490*, *491*, *492*, *493*, *501*, *502*, *503*, *506*, *507*
Elachista 121
Elachistaceae 121
Elaeagnaceae 687; 686; *687*
Elaeagnus 688; *687*; S.: 92
Elaeis 924; *920*
Elaeocarpaceae 713
Elaeocarpus 713
Elaphoglossum 381
Elaphomyces 201; W.: 211; *210*
Elaphomycetaceae 200; 207
Elateren (der Lebermoose) 311, 313, 315, 317; *312*, *316*, *318*
„Elateren“ von *Equisetum*, siehe Schraubenbänder
Elaterium 834
Elatinaceae 643; 639
Elatine 643
Elatostema *560*
Elegia 887
Elelescho 845
Elemi(-Harz) 725
Eleocharis 891
Elephantenlaus 729; *729*
Elettaria 906; *905*
Eleusine 894
Elfenbein, vegetabilisches (von *Coelococcus*) 924
— — (von *Hyphaene*) 924
— — (von *Phytelephas*) 926
Elisma 855
Elodea 857; *856*
Elsbeere 674
Elyna *889*
Embelia 763; *762*
Embryo (der Pteridophyten) 320; *319*, *329*, *331*, *335*, *348*, *357*, *358*, *366*
— (der Anthophyten i. allg.) 400
— (der Gymnospermen) 411; *419*, *425*, *462*, *464*
— (der Angiospermen) 503, 506, 508; *488*
— ungegliederter 331, 509
Embryobildung bei Laubmoosen *288*
Embryobildung bei Gymnospermen 410; *408*, *410*
— bei Angiospermen 503, 506; *488*, *504*, *506*, *507*, *508*, *509*
— apomiktische 503; *506*
Embryogenie, phylogenetische Bedeutung derselben 28
Embryonale Generation 261
Embryophyta siphonogama 393
Embryosack 265, 273, 397, 489; *273*, *485*, *488*, *489*, *490*, *491*, *492*, *502*
— Phylogenie desselben 494, 495; *496*
Embryosackbildung 489, 490, 492; *489*, *490*, *491*, *492*, *493*
— Typen derselben 492; *489*, *491*, *493*
Embryosackkern, primärer 490; *488*, *489*
— sekundärer 397, 490, 503; *490*
Embryosackmutterzelle 489; 492; *489*, *493*
Embryoträger (der *Lycopodiinae*) 320, 331, 334; *319*, *331*, *335*
— (der Anthophyten i. allg.) 400
— (der Gymnospermen) 411, 442, 457; *408*, *462*, *464*
— (der Angiospermen) 506; *508*, *509*
Emericella 257
Emex 574
Emmer 900
Empetraceae 769; *764*, *770*
Empetrum 770; *764*, *770*
Empleurum 724
Empusa 189
Enalus 857
Enantioblastae 883; 852, 863, 877, 891
Encalypta 296; *294*
Encalypteae 296
Encephalartos 423; 417
Encoeliaceae 120; *120*
Endivie(nsalat) 848
Endknoten 104; *101*, *105*
Endlicher St. 5

Endobiotische Pilze 175
Endocarpium 512
Endocarpon 247
Endoclonium 158
Endoderma 158; 147; *157*
Endodermis 320
Endogenae (*Laboulbeniales*) 216; 215
Endogene Sporen (der Bakterien) 82; *82*
— — (der Pilze) 191
— — siehe auch Endosporen
Endogonaceae 189
Endogone 189
Endoïdioblastae 636 (Fußnote)
Endokarp 512
Endolithischer Thallus 244
Endomyces 197; *192*
Endomycetaceae 197; *192, 196*
Endophyllaceae 225
Endophyllum 225; *226*
Endophytische Schizophyceen 80
— Phaeophyten 119
— Chlorophyceen 147, 152, 158, 161
— Pilze, siehe Endobiotische Pilze
Endoplasten 77
Endoprothalliatae 393
Endosperm 400, 503, 505, 511; *510*
— primäres (der Gymnospermen) 265, 397, 400, 407; *263, 273, 408*
— sekundäres 400
Endospermbildung, Typen derselben 505, 854; *504, 507, 853*
Endospermembryonen 503
Endospermhaustorien 505, 777; *504, 789*
Endospermkern 490
Endosphaera 152; 147
Endosporeae 74; 71; *72*
Endosporen (der Schizomyceten) 82
— (der Pilze) 174, 187
Endosporium (der Bryophyten) 282
Endostomium 291
Endothecium (des Moossporogons) 291, 304, 307
Endothecium (des Pollensackes) 396, 482; *480*
Endotropes Pollenschlauchwachstum 500, 527, 528; *526*
Endo-Uredineae 222
Endständige Blüten 468
Energide 148
Engelhardtia 550
Engelsüß 381
Engelwurz 754
Engler A. 9, 10, 18
Englischer Weizen 900
Englisches Raygras 900
Englische Tonkabohnen 685
Entada 678; 677
Enteromorpha 156; *155*
Entodon 302
Entodontaceae 302
Entomogame Pflanzen 398
Entomogamie, Ursprung derselben 531, 532, 535 (Fußnote)
Entomophthora 189; *190*
Entomophthoraceae 189; *190*
Entophlyctis 180
Entstehung neuer Formen 39
Entwicklung, geschichtliche, der systematischen Botanik 1
— monophyletische 17
— phylogenetische, und Formeneubildung 39
— polyphyletische 17
— des Pollenschlauches 526; *526*
Entwicklungsgeschichte des Individuums 27
Entwicklungsgeschichtlicher Zusammenhang der Cormophyten 260
Enzian 810
Enzyme (bei Schizomyceten) 83
Epacridaceae 770; *764*
Epacris 770; *764*
Ephebaceae 252
Ephebe 252
Ephedra 461; 268, 404, 409, 411, 412, 456, 457, 459, 460, 521, 530, 533, 535; *268, 457, 458, 459, 460, 529, 536*
Ephedra, Entomogamie derselben 461, 521, 535
— Zwitterigkeit derselben 459, 521, 533
Ephedraceae 459; 458; *268, 457, 458, 459, 460*
Ephedra-Typus des Embryosackes *496*
Ephemeraceae 884
Ephemerella 298
Ephemeropsis 303; 284; *303*
Ephemerum 298
Epheu 747
Epibasale Hälfte des Pteridophytenembryos 320; *319*
Epibiotische Pilze 175
Epiblast 895; *893*
Epicarpium 512
Epichilium 913
Epichloë 211
Epidendrum 916
Epigaea 767
Epigonium 288
Epikarp 512
Epilithischer Thallus 244
Epilobium 699
Epimatium 444; *443*
Epimedium 621; *620*
Epipactis 915
Epiphlöodischer Thallus 244
Epiphragma 300; *292*
Epiphyllum 587
Epiphytische Phaeophyten 119, 120, 121
— Chlorophyceen 147, 151, 152, 158, 160
— Pilze 198, 200
— Moose 291, 300, 302, 303
— Pteridophyten 333, 358, 367, 377, 380, 381; *368*
Epiplasten 77
Epipogium 915; 909; *912*
Epirhizanthus 728; *727*
Epistom *380*
Epithel des Embryosackes 505; *504*
Epithemia 110
Epitrope Samenanlage 486; *486*
Equisetaceae 346; 350, 352; *319, 347, 348, 350*
Equisetales 346; 323
Equisetinae 345; 323, 325, 344, 355
Equisetites 350

Equisetum 349; 459; *319, 347, 348, 350*
Eragrostis 898
Eranthemum 802
Eranthis 618; 509, 619; *512, 617*
Erbse 684
— siehe auch *Pisum*
Erbsenstrauch 683
Erdbeerbaum 769
Erdbeere 671
— siehe auch *Fragaria*
Erdbeerspinat 577
Erdmandeln 891
Erdnuß 685
Erdorseille 254
Erdrauch 632
Erdscheibe 763
Erdschellack 868
Erdstern 241
Erechthites 846
Eremascus 197; *192*
Eremosphaera 154
Eremurus 866, 868
Erica 769; 767; *767*
Ericaceae 766; 769, 770; *767, 768*
Ericoideae 769; 767
Erigeron 844; 843
Eriobotrya 674
Eriocaulaceae 885; *886, 887*
Eriocaulon 886; *886, 887*
Eriococcus 641
Eriodendron 709
Eriophorum 891
Eriopus 303
Erithalis 826
Eritrichium 784
Erle 544
— siehe auch *Alnus*
Ernährung, animalische 65
— autotrophe 60 (Fußnote)
— heterotrophe 60 (Fußnote)
— parasitische 65, 83
— saprophytische 65, 83
Ernährungsmycelium 189
Erneuerungsknollen (der Orchidaceen) 911; *910*
Erodium 718; *717*
Erophila 636 (Fußnote); 48, 504; *48, 49*
Erpodiaceae 301
Erpodium 301
Erstlingsblätter 30; *29*
Eruca 637
Erwärmung durch Bakterien 87, 91
Erworbene Eigenschaften, Vererbung derselben 54; *57*
Erycibe 779
Eryngium 753; 748, 749, 750; *749, 750*
Erysipel 89
Erysiphaceae 199; *199*
Erysiphe 200
E ythraea 811
Erythrina 679
Erythronium 866
Erythroxylaceae 719
Erythroxylon 719
Escallonia 665
Escallonioideae 665; 664, 745
Esche 819
Eschscholtzia 631; 630; *512*
Esenbeckia 722
Esparsette 685
Esparto(faser) (*Lygeum*) 898
— — (*Stipa*) 901
Espe 551
Espeletia 845
Eßbare Pilze 203, 206, 207, 231, 233, 234, 235, 239, 241
Essigbaum 730
Essiggärung 90
Essigmutter 90
Estragon 846
Euanthienlehre 524
Euasci 198; 194
Euastrum 113
Eubacteria 88; 92
Eubrachion 567
Eucalyptus 695; *694*
Eucalyptusöl 695
Eucharis 874
Eucheuma 142
Euchlaena 902
Euclea 773
Eucomis 869
Eucommia 602
Eucommiaceae 602
Eucryphiaceae 655
Eucyclische Blüten 474
Eudorina 151
Eugasteromycetes 239; *238, 239, 240, 241*
Eugenia 695
Eugenol 607, 609
Euglena 68; *66*; W.: 180
Euglenineae 68; *66, 67*
Euglenoidina 67 (Fußnote)
Eukalyptusöl 695
Eumycetes 176
Eunotia 110
Euodia 108
Eupatorieae 844
Eupatorium 844; 842, 843
Euphorbia 596; 472, 492, 570, 593, 594, 595, 612; *491, 534, 592, 595, 597*; W.: 224, 225, 227
Euphorbiaceae 593; 23, 472, 494, 521, 527, 528, 535, 591, 598, 599; *592, 593, 595, 596, 597*; W.: 225
Euphorbium 596
Euphorbium 596
Euphrasia 791; 789
Eupodiscus 108
Eupomatiaceae 605
Euptelaea 602
Euptelaeaceae 602
Euryale 623; *622*
Eusiphonales 161; *162, 163, 164, 165*
Eusporangiate Ovula 487
— Pteridophyten (Begriff derselben) 322
Eustreptocarpus 797
Euterpe 924
Euthallophyta 145; 19, 61, 62, 63, 64
Euthallophyten, fossile 148, 167, 172, 176
Eu-Uredineae 222
Euzomodendron 635
Euzyklische Blüten 474
Evandra 890
Evernia 256
Evodianthus *927*
Evolutionstheorie 10
Evonymus 737; *737*
Exacum 811; *811*
Exidia 228
Exine (der Bryophytenspore) 282
— (der Pteridophytenspore) 322
— (des Pollenkornes) 396, 483
Exoascaceae 208; *208, 209*
Exoascales 207; *208, 209*
Exoascus 208; *208, 209*

Exobasidiales 236; 230; *236*
Exobasidium 236; *236*
Exogenae (*Laboulbeniales*) 216; 215; *215*
Exogenae (= *Dicotyledones*) 540
Exogonium 779
Exoïdioblastae 636 (Fußnote)
Exorhizae 540
Exosporeae 74; 71
Exosporium (der Bryophyten) 282
Exostomium 291
Exothecium 396, 482; *480*
Experimentelle Morphologie 30
— Vererbungslehre 31
Explosionshaare 834
Extramembranöses Plasma 97
Extravaginale Verzweigung 893
Extrorse Antheren 478
Exuviaella 100; *98*

Fabronia 302
Fabroniaceae 302
Fachspaltige Kapsel 515
Fadenranken (bei Bignoniaceen) 797
Fächel 470
Färberginster 684
Färbung (Tinktion) der Bakterien 85
Fäule, Fäulnis 83, 90, 91, 185, 211, 214, 233, 242, 243
Fagaceae 545; 521, 524, 561; *546*
Fagales 543; 535, 548, 553
Fagara 724
Fagopyrum 574; *573*
Fagraea 809
Fagus 547; *546*; W.: 205, 206, 210, 233
Fahne (der Schmetterlingsblüte) 683; *679*
Fakultative Anaërobionten 85
— Parasiten 84
— Saprophyten 84
Falcaria 754
Fallugia 671
Falscher Meltau 186
Falsche Scheidewände 485
Familia, Familie 13, 17
Farbstofferzeugende Bakterien 83, 89
Farfarae, Folia F. 846
Farne im engeren Sinne 362
— im weiteren Sinne 355
— Verzweigung der Wedel 20; *21*
Farnpflanzen 318
— siehe auch *Pteridophyta*
Faserschicht (des Pollensackes) 396, 482
Fasziation *51*
Fatsia 747
Faulbaum 741
Favularia 342
Favus 242
Feder-Nelke 590
Fedia 828
Fegatella 316
Feige (v. *Ficus*) 554, 555
— Hottentotten- (v. *Mesembrianthemum*) 581
— indische (von *Opuntia*) 587
— Pferde- (von *Mesembrianthemum*) 581
Feld-Ahorn 733
Feldsalat 828
Feld-Ulme 559
Fenchel 753
Fensterblätter 582; *582*
Fernambukholz 682
Fernseea *878*
Feronia 724
Ferula 754; 751; *752*
Festuca 898; 894; *896*
Festuceae 898; 895
Fettkraut 794
Feuer-Bohne 684
Feuer-Lilie 869
Feuerschwamm 233
Fevillea 834
Ficaria 619; 618
— siehe auch *Ranunculus*
Fichte 450, 451
— siehe auch *Picea*
Fichtenspargel 766
Ficoidaceae 579
Ficus 554; 488, 512; *554, 555, 557*
Fieber (Malaria) 74
— (Rückfallfieber) 91 (Fußnote)
Fieberheilbaum 695
Fieberklee 812
Figuier de Barbarie 587
Filament 396, 478
Filialgeneration 47
Filicales 362; 323, 325, 360, 372, 382
Filicinae 355; 323, 324, 325, 345, 354, 389, 412
Filicinae eusporangiatae 355; 325
Filicinae leptosporangiatae 362; 325, 355
Filicinae, Verzweigung der Wedel 20; *21*
Filicis, Rhizoma F. 380
Filicoblatt 323
Filipendula 671; 670; W.: 225
Fimbriaria 316
Fimbristylis 891
Fingerhut 790
Finocchio 753
Fioringras 901
Firmiana 713
Fischer E. 9
Fischkörner 616
Fischschimmel 183
Fisole 684
Fissidens 295; 285; *294*
Fissidentaceae 295; *294*
Fistulina 233; 230
Fitzgeraldia *606*
Fitzroya 448
Flachs (*Linum*) 715
— neuseeländischer (*Phormium*) 868
Flachsbereitung (*Bacillus pectinovorus*) 91
Flachsseide 779
Flacourtia 646
Flacourtiaceae 646; 639
Flagellaria 877
Flagellariaceae 877; 863, 888
Flagellatae, Flagellaten 65; 52, 63, 64, 69, 75, 96, 100, 106, 113, 119, 147, 175, 178; *63, 65, 66, 67*
Flagellaten, arthrodele 97
Flagellum, Flagellen 65
Flaschenkork 547
Flaschenkürbis 834
Flatter-Ulme 559
Flaum-Eiche 547
Flechte, isländische 255
Flechten 244; 33, 79, 152, 205

Flechten, siehe auch *Lichenes*
Flechtenbildende Algen 79, 152, 245, 248; *245*
Flechtengonidien, siehe Gonidien
Flechtensäuren 248
Fleckenkrankheit der Bohnenhülsen 242
— — Erbsenhülsen 243
— — Erdbeerblätter 214
Fleckenkrankheiten auf Blättern, siehe Blattfleckenkrankheiten
Flieder 820
Fliegenkrankheit 189
Fliegenpilz 235
Flindersia 724
Flindersioideae 724
Flohsamen 808
Florales 442
Flores ..... (Droge), siehe unter dem zweiten Wort
Florideae 140; 135, 136; W.: 158
Flowering Dogwood 746
Flügel (der Schmetterlingsblüte) 680, 683; *679*
Flugbrand (des Weizens) 219
Fluktuierende Variation 42
Föhre 451
Föhrenmistel 570 (Fußnote)
Foeniculum 753; *752*
Foeni graeci, Semen F. g. 684
Folia ..... (Droge), siehe unter dem zweiten Wort
Foliose Lebermoose 308
Folliculites 857
Folliculus 515
Fomes 231
Fontanesia 820; *820*
Fontinalaceae 301; *286*, *288*
Fontinalis 301; *31*, *286*, *288*
Foreliella 158
Form, Forma 15
Formaldehyd 219
Formen, Entstehung neuer 39
Forskohlea 559
Forsythia 820; 819; *820*
Fortpflanzung, asexuelle, siehe Fortpflanzung, ungeschlechtliche und F., vegetative
Fortpflanzung, geschlechtliche, siehe F., sexuelle
Fortpflanzung, sexuelle (i. allg.) 35
— — (der Myxomyceten) 70, 73
— — (der Peridinieen) 99, 100
— — (der Bacillarieen) 105, 108, 109
— — (der Conjugaten) 111, 113, 114
— — (der Phaeophyten) 117, 118, 119, 122, 123, 124, 126, 127
— — (der Rhodophyten) 134ff., 139, 140, 142, 143
— — (der Chlorophyceen) 146, 170
— — (der Pilze) 174, 177, 178, 181, 187, 191 ff., 216, 217, 218, 221
— — (der Flechten) 246
— — (der Bryophyten) 260 280, 287, 309
— — (der Pteridophyten) 260, 319
— — (der Gymnospermen) 261, 394, 403
— — (der Angiospermen) 261, 394, 468
Fortpflanzung, ungeschlechtliche (siehe auch vegetative!) (der Phaeophyten) 117, 118, 119, 122, 123, 124
— — (der Rhodophyten) 134, 138, 139, 140, 142, 143
— — (der Pilze) 191, 216, 218, 211
— — (der Bryophyten) 260, 261, 271, 281
— — (der Pteridophyten) 260, 271, 321
Fortpflanzung, vegetative (der Flagellaten) 65
— — (der Myxomyceten) 70, 71, 73
— — (der Schizophyceen) 75
— — (der Schizomyceten) 82
— — (der Peridinieen) 98, 99
— — (der Bacillarieen) 104, 105, 107
— — (der Conjugaten) 111
Fortpflanzung, vegetative (der Phaeophyten) 117, 126
— — (der Rhodophyten) 134, 139
— — (der Chlorophyceen) 146, 170
— — (der Pilze) 174, 177, 178, 181, 186, 191, 216, 218, 221, 242
— — (der Flechten) 246, 248
— — (der Bryophyten) 289, 311
— — (der Pteridophyten) 332, 337, 345, 369
— — (der Anthophyten) 401
Fortpflanzungsmycelium 189
Fossile Bacillarieen 106, 108, 110; *109*
— Phaeophyten 119
— Rhodophyten 139
— Chlorophyceen 148, 167, 172; *168*
— Pilze 176
— Bryophyten 291, 311
— Pteridophyten 324, 326, 333, 339, 345, 350, 354, 355, 358, 360, 372, 375, 385, 389; *327*, *328*, *340*, *342*, *346*, *351*, *352*, *390*, *391*, *392*
— Gymnospermen 413, 423, 424, 429, 434, 442
— Angiospermen 524, 525
Fossombronia 314; 308, 309
Fothergilla 601
Fouquieria 641
Fouquieriaceae 641; 639, 755
Fourcroya 874; 483, 872
Fragaria 671; *53*, *672*; W.: 214
Fragilaria 110; *102*
Fragilarioideae 110; *102*, *109*
Fragmentation der Cönobien (bei Chlorophyceen) 146
Fragmentation der Mycelien (bei Pilzen) 174
Fragmentation des Thallus (bei Flechten) 246
— — — (bei Phaeophyten) 117

Francoa 664
Francooideae 664
Frangula 741
Frankenia 643
Frankeniaceae 641; 639
Französische Gelbbeeren 741
Französisches Raygras 901
Franzosenholz 721
Frauenhaar 381
Frauenschuh 915
Frauentäubling 235
Fraxinaster 819
Fraxinus 819; 820; *51, 820*
Freesia 876
Fremdbestäubung 497
Fremontia 713
Freycinetia 936; 935; *936*
Fritillaria 869; 866; *503, 864*
Frondose Lebermoose 308
Frons 308, 311, 312; *309, 310, 312, 315, 316, 317*
Froschlöffel 855
Frucht 400, 411, 511, 514; *514*
— echte 512
— zusammengesetzte 512
Fruchtbau der Angiospermen 468
Fruchtblatt (der Gymnospermen) 265, 272, 396, 404, 414, 418, 424, 429, 432, 438, 456
— (der Angiospermen) siehe Fruchtknotenblatt
Fruchtformen 514; *514*
Fruchtkern (bei Florideen) 142, 143
Fruchtknoten 261, 397, 484
— Entwicklung desselben *534*
— Herkunft desselben 533; *529*
Fruchtknotenblatt 396, 484, 485; *486*
Fruchtkörper (der Pilze) 174, 191, 216, 230, 236, 246
Fruchtökologie 400, 512
Fruchtschicht 191, 216
Fruchtschuppe 396, 406, 439, 440, 444, 445, 449; *408, 440, 442, 445, 449, 450, 452*
Fruchtstand 512
Fruchtwulst 396, 406, 439, 440, 444, 445, 458, 464, 466; *440, 443, 457, 458, 461, 466*
Fruchtzapfen (der Coniferen) 411, 441; *442, 445, 447, 448, 452*
Fructus . . . . . (Droge), siehe unter dem zweiten Wort
Frühlingsknotenblume 874
Frullania 314; *312*
Frustel 102
Frutta d'Arara 595
Fucaceae 126; 116, 117; *127, 128, 129*
Fucales 126; *127, 128, 129*
Fuchs Leonhard 1
Fuchsia 699; 49; *473, 698*
Fuchsie 699
Fuchsschwanz (*Alopecurus*) 901
Fuchsschwanz (*Amarantus*) 578
Fucus 130; 118, 128; *118, 127, 128, 129*
Fühlborsten (von Droseraceen) 644
Füllung der Blüten 474
— — Infloreszenzen 844 (Fußnote)
Fugenfläche (der Umbelliferenfrucht) 751
Fuligo 74; 71, 73
Fulwabutter 775
Fumana 640
Fumaria 632; *630, 631*
Fumarioideae 631; 628, 630
Funaria 297; *263, 283, 286, 288, 294*
Funariaceae 297; *263, 283, 286, 288, 294*
Funckia 868
Fungi 173; 145
— fossile 176
— *imperfecti* 242; *243*
Fungus chirurgorum (*Fomes*) 233
— — (*Lycoperdon*) 241
— Sambuci 228
Funicularia 315
Funiculus (der Samenanlage) 397; *485, 486, 490*
— (des reifen Samens) 511; *510*
Funktionslose Organe 25
Funtumia 814
Furcellaria *132*
Furchenstein 79
Fusarium 242; 211
Fusicladium 214
Fusionsplasmodium 71; *70*
Fuß (des Moos-Sporogoniums) 281, 287
Fuß (des Pteridophyten-Embryos) 320, 331, 365; *319, 335, 366*
Fußzelle (bei Florideen) 137, 142
Futtergewebe 398, 677, 913; *676*
Futterhaare 558, 913; *914*
Futterrübe 577
— siehe auch *Beta*

Gänseblümchen 844
Gärungen 83, 84, 89, 90, 91, 175, 189, 198
Gagea 869; 866
Gaillardia 845
Galambutter 775
Galangae, Rhizoma G. 906
Galanthus 874; 873; *479, 872*
Galax 771
Galaxaura 142; *132*
Galbanum 754
Gale 547; *520, 548*
Galeola 909
Galeopsis *804*; *479*
Galieae 826
Galinsoga 845
Galium 826; 823, 825
Galläpfel (auf *Quercus*) 547
— chinesische und japanische (auf *Rhus*) 730
Gallenblüten (v. *Ficus*) 555
Gallerthülle (der Bacillarieen) 104; *102*
— (der Conjugaten) 111
— (bei Chlorophyceen) 151
Gallertknöpfe 104; *102*
Gallertpilze 228
Gallertring (von *Marsilia*) 384; *383*
— (von *Oedogonium*) 159; *159*
Gallertstiele (b. Bacillarieen) 104; *102*
— (bei Chlorophyceen) 151
Gallionella 94

Galtonia 869
Gambia Mahagony 726
Gambir-Katechu 825
Gambohanf 706
Gametangium (bei Phaeophyten) 119; *120*
— (bei Chlorophyceen) 158; *156*, *157*, *167*
— (bei Pilzen) 187
— siehe auch Gameten
Gameten (der Peridinieen) *99*
— (der Bacillarieen) 108; *107*, *108*
— (der Conjugaten) 113, 114
— (der Phaeophyten) 117, 119; *120*
— (der Chlorophyceen) 146; *149*, *151*, *153*, *154*, *155*, *156*, *157*, *162*, *166*, *167*
— (der Zygomyceten) 182, 187
Gameten - Kopulation (bei Chlorophyceen) 146; *149*, *151*, *154*, *155*, *157*, *162*, *166*
— — (bei Pilzen) 182, 184, 187
— — siehe auch unter Kopulation
Gametophyt (Begriff desselben) 38, 261
— (der Phaeophyten) 117, 118, 119; *118*, *124*
— (der Florideen) 139
— (der Pilze) 194, 218
— (der Bryophyten) 662, 275, 280, 307; *263*
— (der Pteridophyten) 264, 266, 269, 275, 318; *263*, *267*, *329*, *335*, *337*, *340*, *342*, *343*, *347*, *348*, *357*, *358*, *361*, *362*, *363*, *366*, *382*, *383*, *386*, *387*
— (der Gymnospermen, männlicher) 265, 268, 275, 399, 406, 415; *267*, *268*, *405*, *406*, *407*
— (der Gymnospermen, weiblicher) 265, 270, 275, 397, 407, 414; *263*, *269*, *408*
— (d. Angiospermen, männlicher) 265, 268, 275, 399, 483; *267*
Gametophyt (der Angiospermen, weiblicher) 265, 270, 275, 397, 489
Gametophyteae 280
Gamopetalae 754
Gamopetalie 476
Gamosepalie 476
Garcinia 659; 638; *479*, *658*
Gardenia 825
Garouille 547
Garrya 551
Garryaceae 551
Garryales 551
Garten-Ampfer 574
— -Aster 844
— -Aurikel 762
— -Kresse 637
— -Melde 577
— -Mohn 631
— -Nelke 590
— -Stiefmütterchen 646
— -Tulpen 869
Gasterolichenes 257
Gasteromycetes 236; *237*, *238*, *239*, *240*, *241*
Gattung 13, 17
Gaultheria 769
Gaura 699; 480
Gautiera 240; *238*
Gaylussacia 769
Gazzania 846
Geaster 241; 239; *238*
Gedrehte Knospendeckung *475*
Gefächerte Antheren 480
Gefäßbrand der Hülsenfrüchte 242
Gefäßbündel, siehe Leitbündel
Gefleckter Schierling 753
Gefüllte Blüten 474; *51*
— Infloreszenzen (bei Compositen) 844; *51*
Gegenläufige Samenanlage 397
Geißblatt 827
Geißel, Geißeln 65, 82, 98; *65*, *66*, *67*, *83*, *98*
— siehe auch Cilien und Wimpern
Geißelfärbung der Schizomyceten 85; *83*
Geißelspalte 97; *98*
Geissoloma 686
Geissolomataceae 686; 688
Geitonogamie 497
Geizen 742; *743*
Gelatine 86, 142
Gelbbeeren 741
— französische 741
— türkische 741
Gelber Rotz der Hyazinthen 91
Gelbes Akaroidharz 868
— Brasilholz 554
— Sandelholz 565
Gelbholz (von *Chlorophora*) 554; 730
— (v. *Cotinus*) 730
Gelbrost 225
Gelbschoten 825
Gelbwurzel (*Curcuma*) 905
— (*Rumex*) 574
— kanadische (*Hydrastis*) 621
Gelidiaceae 142; *141*
Gelidium 142; *141*
Gelsemium 809
Gen 45
Genêhfaser 684
Genenkombination 47
Generation, Begriff derselben 35
— embryonale 261
— Geschlechts- 261
— proembryonale 261
— ungeschlechtliche 261
— x-Gener., 2x-Gener. 38, 261, 322
Generationswechsel, Begriff und Bedeutung desselben 34, 35, 38, 39, 277
— antithetischer (Begriff desselben) 38; *37*
— — (der Myxomyceten) 73
— — (der Phaeophyten) 117, 118; *118*
— — (der Rhodophyten) 138, 139
— — (der Pilze) 174, 176, 194, 217
— — (der Cormophyten i. allg.) 173, 176, 259, 261, 275
— — (der Bryophyten) 260, 261, 275, 277
— — (der Pteridophyten) 260, 264, 275, 278, 318
— — (der Anthophyten) 261, 265, 275, 278, 394

Generationswechsel, homologer (Begriff desselben) 38
— — (bei Chlorophyceen) 147
Generative Kerne des Pollenkorns (Pollenschlauches) 268, 399, 406, 407, 483, 484, 497; *267, 268, 405, 408, 484, 501*
— Parthenogenese 504
— Zellen, siehe Gen. Kerne
Genießbare Pilze 203, 206, 207, 231, 233, 234, 235, 239, 241
Genista 684; 679
Genisteae 684
Genlisea 794; 793; *791*
Genotypische Konstitution 45
Genotypus 16, 45
Gentiana 810, 811; 494; *32, 53, 56, 810, 811*
Gentianaceae 810; 488, 808; *810, 811*
Genus 13
Geoglossaceae 205; *204*
Geoglossum 206
Geographische Verbreitung vikariierender Arten *32, 56*
Geographisch-morphologische Methode 32
Geonoma 924; *918*
Georgia 300; 264, 284; *283, 289, 292*
Georgiaceae 300; 291; *283, 289, 292*
Georgine 845
Geosiphon 162; 175
Geradläufige Samenanlage 397
Geraniaceae 717; *717*
Geranium 718; *512, 714, 717*
Gerardia 791
Gerbera 847; 843
Germer 866
Gerste 900
— siehe auch *Hordeum*
Geschichtliche Entwicklung der systematischen Botanik 1
Geschlechtliche Fortpflanzung, siehe Fortpflanzung, sexuelle
Geschlechtsgeneration 261
Geschlechtspflanze, siehe Gametophyt
Geschlossene Leitbündel 320, 540; *540*
Gesichtspunkte, leitende, bei der systematischen Anordnung der Angiospermen 537
Gesneria 796
Gesneriaceae 794; 788, 797, 799, 800; *776, 795, 796, 808*
Gespaltene Staubgefäße 480, 530, 543, 544, 547
Getahpertcha 775
Gethyllis 872
Getreide 898, 900, 901, 902
— siehe auch *Avena, Hordeum, Secale, Triticum* usw.
Geum 672; 501, 671
Gewebedifferenzierung, siehe anatomischer Bau
Gewürznelke 695
Gewürzstrauch 613
Giftige Pilze 206, 233, 234, 235, 239, 242
Gift-Lattich 848
Giftmorchel 242
Gift-Sumach 730
Gigartina 142; *141*
Gigartinaceae 142; *141*
Gigartinales 142; *141*
Gilia 780
Ginkgo 434; 265, 268, 409, 410, 444; *267, 410, 413, 415, 432, 433*
Ginkgoaceae 434; 439
Ginkgoinae 431; 399, 402, 405, 407, 409, 411, 413, 442, 521, 526
Ginkgophyllum 434
Ginseng 747
Ginster 684
Giraudia 121
Gladiolus 876; *483, 875*
Glandulae Lupuli 559
Glasweizen 900
Glaucium 629
Glaziowia 798
Gleba 236; *237, 240*
Glechoma 806
Gleditschia 679
Gleichenia 375; *374*
Gleicheniaceae 375; 372, 373; *374*
Gleitzone (v. *Nepenthes*) 625
— (v. *Sarracenia*) 627
Glenodinium 100; *98*
Gliederhülsen 685
Gliederzellen (bei Rhodophyten) *133*
Gliedkraut 806
Globaria 241
Globba 905
Globularia 807; *479, 789*
Globulariaceae 807; *789*
Glochidien (von *Azolla*) 388; *388*
— (v. *Opuntia*) 587
Glockenblume 836
Gloeocapsa 79; *77*
Gloeosiphonales 80; *76, 77*; S.: 245
Gloeosporium 242; 205; *243*
Gloeothece 79
Gloeotrichia 80
Gloiopeltidaceae 143
Gloiopeltis 143
Gloniella 202
Glonium 202
Gloriosa 866
Glossostigma 790
Gloxinia 797
Glücksklee 717
Glumae 892; *893*
Glumiflorae 891; 852, 863, 888
Glycyrrhiza 683
Glykogen 78
Gmelina 803
Gnaphalium 844; 843
Gnetaceae 463; *461*
Gnetinae 455; 270, 402, 403, 404, 411, 412, 414, 494, 521, 522, 524
Gnetum 465; 402, 403, 404, 409, 411, 412, 456, 457, 458, 467, 494, 535; *461*
Gnidia 687
Gnomonia 212, 214; *213*
Godoya 654
Götterbaum 725
Goldbandlilie 869
Goldglanz des Wassers 67
Goldhafer 901
Goldlack 636
Goldlärche 451
Goldregen 684

Gomart-Harz 725
Gombo 706
Gomesa *53*
Gomontia 158; 147
Gomortega 613
Gomortegaceae 613
Gomphonema 110; *102*
Gomphostemma 806
Gomphrena 578; *575*, *578*
Gonatanthus 929
Gongora 916
Gongrosira 158; 147; *157*
Gonidien 245; *245*, *257*
Gonimoblast 137, 138, 139; *135*, *136*
Goniodoma 101; *98*
Gonium 149; *150*
Gonocaryum 739; *739*
Gonococcus 89
Gonorrhöe 89
Gonotokont 35
Gonystylaceae 713
Goodenia 839; *839*
Goodeniaceae 838; *839*
Goomar-Teakholz 803
Gordonia 658
Gossleriella 108; *106*
Gossypieae 705
Gossypium 705; *706*
Gouania 741
Gracilaria 143
Gradatae 372, 373
Gramineae 891; 494, 883, 890; *890*, *893*, *894*, *896*, *897*, *899*, *902*; W.: 200, 211, 212, 225
Graminis, Rhizoma gr. 900
Grammatophora 110; *102*
Granatapfelbaum 696
Granati, Cortex fructus G., Cortex radicis G. 696
Grandinia 231
Granne (der Geraniaceen-Teilfrucht) 718; *717*
— (der Gramineen) 894; *896*
— (des Moosblattes) 287; *294*
Graphidaceae 251; *251*
Graphidineae 251; *251*, *255*
Graphina 251
Graphis 251; *251*
Grasnelke 759
Grateloupia 143
Grateloupiaceae 143
Gratiola 790; *788*
Grau-Erle 544
Grauschimmel 205
Gravesia 697
Greenheart-Holz (*Nectandra*) 615
Greenheart, Westindian G. (*Colubrina*) 741
Grenadilleholz, afrikanisches 685
Grenzzellen 78
Gretel in der Staude 619
Grevillea 564; *563*
Griffel 399, 484
Griffelkanal 484, 497
Griffithsia 143
Grigiharz 660
Grimaldia 316
Grimmia 296; *294*
Grimmiaceae 296; *294*
Großkern (bei Desmidiaceen) *112*
Grubbiaceae 567
Grünalgen 145
Grünfäule des Holzes 205
Grünholz 615
Gruinales 713; 591, 704, 705, 721, 722, 723, 734, 755, 771, 777; *714*
Grundgesetz, biogenetisches 27
Grundorgane 467; 259, 278
— siehe auch Organgliederung
Guajacum 721
Guajakharz 721
Guajakholz 721
Guarana, Pasta G. 732
Guatteria 605
Guayave 695
Guepinia 228
Gürtelansicht 103; *101*, *102*, *109*
Gürtelband 103, 111; *101*
Gürtelplatte (der Peridinieen) 97; *98*
Guettarda 825
Guignardia 212, 214; P.: 744
Guinea grass 901
Guizotia 845
Gummi, arabisches 678
— australisches 678
— Botany-bay G. 866
— Senegal-G. 678
Gummibaum 555
Gummigutt 659
Gummilack 555
Gummiresina Gutti 659
Gummi Tragacantha 683
Gumtree 695
Gundelrebe 806
Gunnera 702; 492; *491*, *702*; S.: 80
Gunneraceae 702; *702*
Gurke 834
Guru-Nuß 712
Guttapercha 775
Gutti, Gummiresina G. 659
Guttiferae 658; 652; *658*
Guttiferales 652; 603, 638, 705, 755, 763
Guyana-Elemi 725
Gyalecta 252
Gyalectaceae 252
Gymnadenia 915; 911
Gymnema 816
Gymnoascaceae 200
Gymnoascus 200
Gymnodiniaceae 100; *98*, *99*
Gymnodinium 100
Gymnogongrus 142
Gymnogramme *371*
Gymnokarpe Pilze 216
Gymnosiphon 883; *882*
Gymnospermae 402; 62, 261, 279, 323, 389, 401, 525, 526, 852
Gymnospermen, Abstammung 412
— anatomischer Bau 402, 414, 435, 438; *436*, *439*
— Archegonien 270, 401, 407, 409; *263*, *269*, *408*, *458*, *459*
— Befruchtung 406; 261, 268, 399; *408*, *421*, *459*
— Blüte 261, 403
— Embryobildung 410; *408*, *410*
— fossile 413, 423, 424, 429, 434, 442
— Frucht 411
— Fruchtblatt 265, 272, 404
— Gametophyt 268, 270, 414, 415; *263*, *420*, *432*, *458*, *459*, *465*, *466*
— Generationswechsel 261, 265, 275, 278
— Nucellus 265, 407
— Pollenkorn 268, 272, 404; *267*, *405*, *407*

Gymnospermen, Pollensack 265, 272, 404; *417*, *442*, *445*, *453*, *457*, *464*, *466*
— Pollenschlauch 399, 406, 434, 441, 457; *267*, *268*, *405*, *406*, *433*
— Prothallium (primäres Endosperm) 265, 407; *263*, *273*, *408*, *432*, *458*, *459*, *465*
— Samen 411
— Samenanlagen 265, 404; *263*, *408*, *419*, *425*, *430*, *432*, *440*, *443*, *445*, *447*, *448*, *449*, *457*, *458*, *461*, *466*, *520*
— Staubblatt 265, 272, 403
— vegetativer Bau 402
— (und die Ableitung der Angiospermen) 519, 521
— (und die Ableitung der Angiospermenblüte) 528; *529*
Gymnosporangium 224; *224*
Gymnosporia *737*
Gynandrae 907; 852, 902
Gynerium 898
Gynocardia 646
Gynöceum 395, 397, 398, 484, 485
— apokarpes 485
— mittelständiges 395
— oberständiges 395
— synkarpes 485
— unterständiges 395
Gynophor 472; *473*
Gynostegium 815
Gypsophila 590
Gyrocephalus 228
Gyromitra 206
Gyrophora 253; *254*
Gyrophoraceae 253; *254*
Gyroporella *168*

Haargruben (bei Fucaceen) 126
Haarholz 741
Haastia 844; *845*
Habenaria 915
Haberlea 797
Habichtschwamm 231
Habrodon 302
Hacquetia 753; 750
Hadrom (der Bryophyten) 287; *286*
Hadrom (der Pteridophyten) 320
Haeckel E. 27
Haemanthus 874
Hämatochrom 146, 149, 158
Haematococcus 149; 146; *149*
Haematomma 254
Haematoxylon 682; *679*
Haemodoraceae 871; 862
Haemodorum 871
Hämosporidien 74
Häuptelsalat 848
Häutung (der Peridinieen) 99; 107
Hafer 900
— siehe auch *Avena*
Hafer-Kronenrost 225
Haferschlehe 675
Haftorgane der Phaeophyten (siehe auch Rhizoiden) 119
Haftscheiben (bei Phaeophyten) 123
— (der Loranthaceen) 568; *569*
Haftscheibenranken 742, 797; *798*
Hagenia 673
Hahnenfuß 619
Hahnenkamm 578
Hainbinse 877
Hainbuche 545
Hakea 564; *564*
Hakenbildung (bei Ascomyceten) 193, 217; *193*, *194*, *217*
Halbfrucht 512
Halenia *811*
Halesia 773
Halfafaser 901
Halicystis 165; 175
Halimeda 164; *165*
Halimium 640
Hallimasch 235
Halonia 341
Halophila 857
Halophiloideae 857
Halopteris 120; *120*
Halorrhagidaceae 701; 579, 686, 688, 702, 703; *701*
Halorrhagis 701
Halosphaera 152; 148; *153*
Haloxylon 577
Hals des Archegoniums (der Bryophyten) 268, 281; *269*, *282*, *288*, *316*
— — — (der Pteridophyten) 270, 319; *269*, *329*, *335*, *342*, *343*, *348*, *357*, *364*, *365*, *383*, *386*
— — — (der Gymnospermen) 270, 409, 495; *269*, *270*, *408*, *458*, *496*
— — — (der Angiospermen) 495; *496*
Hals des Moos-Sporogoniums 289
Halskanalkern (von *Microcycas*) 409
Halskanal(zellen) 269, 270, 281, 320; *269*, *282*
— siehe auch Hals des Archegoniums
Halsteil, siehe Hals
Halswand(zellen) 269, 270, 281, 495; *269*, *270*, *282*, *496*
— siehe auch Hals des Archegoniums
Halymenia 143
Hamamelidaceae 601; 472, 602, 773; *600*
Hamamelidales 599; 591, 603
Hamamelis 601; *600*
Hancornia 814
Hanf 559
Hanf, bengalischer 684
— Mauritius-H. 874
— Sisal-H. 874
Hapalosiphon 80
Haplobiont (Begriff desselben) 36; *36*
Haplobionten 75, 100, 108, 113, 138, 140, 147, 177, 197
Haplodioplobiont (Begriff desselben) 38; *37*
Haplodiplobionten 73, 117, 138, 198, 217
Haploidales 280
Haploide Phase 36; *36*, *37*
Haplolepidei 295
Haplomitriaceae 313; 290, 311; *313*
Haplomitrium 313; 308
Haplomyces 216
Haplopappus 844

Haplophase 36; *36, 37*
Haplospora 123; *122*
Hapteren 303; *303*
Hari-Giri-Holz 747
Hariota 587; 586; *584*
Harnstoffzersetzung 90
Harpagonella 783
Harpagophytum 800; *800*
Hartwegia 868
Harveya 792; 794
Harveyella 139
Harzgänge 403, 436; *436*
Haschisch 559
Haselnuß 545
Haselwurz 609
Haube (des Sporogons) 289, 291, 307; *294, 302, 306*
Hauhechel 684
Hauptrippen (der Umbelliferenfrucht) 751; *752*
Hauspflaume 675
Hausschwamm 231
Haustorien (der Pilze) 175, 184; *185, 186*
— (der Flechtenpilze) 246; *245*
— (der parasitischen Cormophyten) 259
— (in Samenanlagen) 505, 508; *504, 507*
Haustorium, siehe Haustorien
Hauswurz 663
Haworthia 868
Heckenkirsche 827
Hedeoma 805
Hedera 747; 656; *746*; S.: 158
Hederaceae 746
Hedwigia 301
Hedwigiaceae 301
Hedychium 906
Hedysarum 684; 681; *679*
Hefe, Bier-H. 198
— *Mucor*-H. 189
— Preß-H. 198
— rosa 198
— Wein-H. 198
Hefepilze 198
Hefezüchtung (*Bacillus acidificans*) 91
Heidekraut 769
Heidelbeere 769
Helenieae 845
Helenii, Radix H. 844
Helenium 845
Heliamphora 627; 626
Heliantheae 845
Helianthemum 640
Helianthus 845; *840*
Helichrysum 844
Helicodiceros 932
Helicoid 169; *168*
Helicoma 243
Heliconia 904
Helicophyllaceae 303
Helicteres 713; *713*
Helikoid 169; *168*
Helinus 741
Heliocarpus 710; *709*
Heliophila 637; *634*
Heliophileae 637
Heliotrop 784
Heliotropioideae 784
Heliotropium 784
Helleboreae 618
Helleborine 915
Helleborus 618; 619; *617*
Helminthocladiaceae 140; *135, 141*
Helminthosporium 242
Helminthostachys 358; *359*
Helobiae 853; 518, 852, 862, 917, 933
Helobiae-Typus der Endospermbildung 854, 862, 933; *853*
Helosis 572; *571*
Helotiaceae 205; *204*
Helotium 205
Helvella 206; *204*
Helvellaceae 206; *204*
Helvellasäure 206
Helvellineae 205; 207; *204, 206*
Helwingia 746
Hemerocallis 868
Hemiaulus 108
Hemibasidii 218
Hemicyclische Blüten 472
Hemidinium 100
Hemigraphis 802
Hemileia 225
Hemionitis 370, 373
Hemitelia 379
Hemitrichia 74; *72*
Hemi-Uredineae 222
Hemizyklische Blüten 472
Hemlockstanne 450
Hendersonia 243
Henna 688
Hepatica 619; 618; *617*
Hepaticae 307; 284
Heracleum 754; *750, 752*
Herba ..... (Droge), siehe unter dem zweiten Wort
Herbstzeitlose 866
Heritiera 712
Hermbstaedtia 578
Herminium 915
Hernandiaceae 615
Herniaria 590; *589*
Hernie des Kohles 180
Herpes tonsurans 242
Herrenpilz 233
Herreria 866
Herrerioideae 866
Herzfäule der Zuckerrübe 214
Hesperis 636
Hesperomecon 630
Heterangium 392; *390*
Heteranthera 871
Heteroblastische Pseudobulbi 911; *910*
Heterocentron 697
Heterochlamydeische Blüten (-hülle) 395, 475
Heterocontae 148; 152, 156
Heterocyclische Blüten 474
Heterocysten 76, 78; *77*
Heteröcische Uredineen 222, 225
Heterogame Compositenköpfchen 843
Heterogameten 146
Heterogenesis 42, 52
Heteroïdioblastae 636 (Fußnote)
Heterolepidei 295
Heteromerischer Thallus 245; *245*
Heterophragma 798
Heteropteris 720
Heteropyxidaceae 689
Heteropyxis 689
Heterosiphonia 143
Heterospore Pteridophyten 264, 266, 271, 275, 278, 322, 333, 334, 339, 350, 352, 381, 389
Heterosporium 242
Heterothallische Pilze 187, 217
Heterotrope Samenanlage 486

Heterotrophe Pflanzen 60 (Fußnote)
— Flagellaten 66; 175
— Schizomyceten 83, 84
— Peridinieen 96 (Fußnote), 100
— Bacillarieen 96 (Fußnote), 105
— Phaeophyten 119, 120
— Rhodophyten 139
— Chlorophyceen 147, 149, 151, 152, 158, 162, 175
Heterotype Infloreszenzen 469
Heterozyklische Blüten 474
Heterozysten 76, 78; *77*
Heu, Fäulnis desselben 90
— Selbsterhitzung desselben 87, 91
Heubazillus 90
Heuchera 664
Heurnia 815; *818*
Hevea 596; *593*
Hexagonia 233
Hexaptera 637
Hexenbesen 208, 224, 227; *209*, *222*
Hexenkraut 699
Hexenringe 206, 235
Hibbertia 653; *654*
Hibiscus 706; 705; *498*, *703*; W.: 189
Hickory-Holz 551
— -Nuß 551
Hieracium 847; 51, 504, 843
Hierochloë 901
Hilaria 902
Hildenbrandia 144
Hillebrandia 651
Hilum 511; *510*
Himantandraceae 605
Himanthalia 130; 119, 128; *128*
Himbeere 671
Himbeerstrauch, siehe auch *Rubus*
Hippeastrum 874
Hippocastanaceae 734; 722; *734*
Hippocratea 738
Hippocrateaceae 738
Hippocrepis *680*
Hippomane 596
Hippophaë 688; *687*
Hippuridaceae 703; *701*
Hippuris 703; 488; *701*
Hiraea 720
Hirschfeldia 637
Hirschholler 826
Hirschzunge 381
Hirse 901
— siehe auch *Panicum*
— Kolben- 901
— Mohren- 901
— Neger- 901
— Rispen- 901
Hirtella 675
Histologischer Bau, siehe Anatomischer Bau
Hochblätter 395
Höhe der Organisation 23, 25
Hofmeister W. 7
Hoftüpfel 403, 435; *436*
Holacanthaceae 725 (Fußnote)
Holländische Tonkabohnen 685
Holler 826
Holly 736
Hololachne *641*
Holunder 826
Holundermark 826
Holz (der Gymnospermen) 402, 414; *436*
— (der Angiospermen) 468, 538, 848; *539*
Holzapfel 674
Holzbirne 674
Holzrosen 570; *569*
Holzzapfen 411, 441, 445; *442*, *445*, *447*, *452*
Holzzerstörende Pilze 231, 233
Homoblastische Pseudobulbi 911; *910*
Homochlamydeische Blüten (-hülle) 395, 475
Homöomerischer Thallus 245, 250, 252; *245*
Homogame Compositenköpfchen 843
Homogameten 146
Homogenese 38
Homogyne 846
Homologe Organe (Begriff derselben) 21, 23; *24*
— — der Cormophyten 261
— — — — Übersicht 274
— — — — Ursachen ihrer Veränderung 275
Homologer Generationswechsel (Begriff desselben) 38
— — (bei Chlorophyceen) 147
Homologe Wachstumsvorgänge *31*
Homologien zwischen den Gruppen der Cormophyten 261
Homothallische Pilze 187
Homotype Infloreszenzen 469
Honigbeere 732
Honigblätter 618, 619
Honigersatzmittel der Orchideenblüte 913; *914*
Honigklee 684
Honigtau des Getreides 212
Hoodia 815; *818*
Hooker J. D. 10
Hookeria 303
Hookeriaceae 303
Hopea 660
Hopfen 559
— siehe auch *Humulus*
Hopfenbuche 545
Hoplestigma 773
Hoplestigmataceae 773
Hordeeae 898; 895
Hordeum 900; 894; *894*, *896*; W.: 219
Hormidium 156
Hormogonium 78; *77*
Hornblatt 624
Hornea 326
Horsfieldia 607
Hortensie 665
Hosta 868; 503, 866
Hostien, blutende 91
Hottentottenfeigen 581
Hottonia 762; 761
Howea 924
Hoya 818; *816*
Hüllchen (der Umbelliferen) 750
Hülle (der Umbelliferen) 750
Hüllspelzen 892; *893*, *896*
Hüllzellen (bei Characeen) 172; *171*
Hülse 515
Huflattich 846
Humiria 715
Humiriaceae 715
Humulus 599; 488; W.: 199; *199*

Hundspetersilie 753
Hura 596; *596*
Hutchinsia 637
Hutpilze 231, 234; *229*, *232*, *234*
Hyacinthus 869; *864*; W.: 205
Hyalinzellen (Leucocysten) 287, 295, 304; *286*, *305*
Hyalotheca 113; *112*
Hyazinthe 869
Hybanthus 646; 645
Hybride (Bastard) 15, 17
Hydatella 887
Hydnaceae 231; 230; *232*
Hydnocarpus 646
Hydnophytum 823
Hydnora 612; *612*
Hydnoraceae 611
Hydnum 231; *232*
Hydra S.: 154
Hydrangea 665; 664; *662*
Hydrangeoideae 664
Hydrastis 621
Hydrilla 857; *856*
Hydrocaryaceae 701; *700*
Hydrocera 735
Hydrocharis 857; *856*
Hydrocharitaceae 855; *856*
Hydrocleis 855
Hydrocotyle 751; 748, 749; *750*
Hydrocotyleae 751
Hydrocotyloideae 751
Hydrodictyaceae 152; *154*
Hydrodictyon 152; *154*
Hydrogame Pflanzen, Hydrogamie 398, 857, 860
Hydrolea *776*
Hydroleaceae 780
Hydrophyllaceae 780; 775, 781; *776*
Hydrophyllum *776*
Hydropteridales 381; 278, 325, 355, 372
Hydrosme 930; *931*
Hydrostachyaceae 669; *670*
Hydrostachys 669; *670*
Hydrotriche 789
Hydrurus 67
Hyella 79
Hygrohypnum 304
Hygrolejeunia 314
Hygrophorus 234
Hylocomium 304; *302*
Hymenaea 682
Hymenialgonidien 246
Hymenium 191, 216, 246; *191*, *229*, *245*, *257*
Hymenocallis 874; 872; *872*
Hymenogaster 240; *238*
Hymenogastraceae 240; 237; *238*
Hymenolichenes 256; *257*, *258*
Hymenomycetes 228; 237, 240; *226*, *229*, *232*, *234*; S.: 256, 257; *257*
Hymenophyllaceae 376; 264, 364, 366, 372, 373; *263*, *363*, *376*
Hymenophyllites 372
Hymenophyllum 377; *363*, *376*
Hymenophytum 314; *314*
Hymenostomum 296
Hyobanche 792; 794
Hyoscin 786
Hyoscyamin 786
Hyoscyamus 786; *785*
Hypanthium 472; *473*
Hypecooideae 630; 631
Hypecoum 630; *507*, *629*, *630*
Hypenantron 316; *315*
Hyperanthera 638
Hypericum 659; *658*
Hypermastigina 66 (Fußnote)
Hyphaene 924; 919
Hyphen (der Phaeophyten) 116; *116*
— (der Pilze) 174
— askogene 191, 193, 247; *193*, *195*
Hyphomycetes 242; *243*
Hypnaceae 303; *302*
Hypnea 143
Hypnodendraceae 304
Hypnodinium 100
Hypnum 304
Hypobasale Hälfte des Pteridophytenembryos 320; *319*
Hypochilium 913
Hypochnaceae 231
Hypochnus 231
Hypocreineae 210; *210*, *211*
Hypoderma 202; *202*
Hypoëstes *801*
Hypogäische Pilze 200, 201, 207, 236, 240
Hypokotyl 509; *508*
Hypolepium 619
Hypomyces 210
Hypophlöodischer Thallus 244
Hypopterygiaceae 303
Hypopterygium 303
Hypostom *380*
Hypo-Uredineae 222
Hypoxidoideae 874
Hypoxis 874
Hypoxylon 214; *213*
Hyssopus 806
Hysterangiaceae 240; *238*
Hysterangium 240
Hysteriineae 202; *202*; S.: 251
Hysterium 202; *202*

Iatropha 595
Iatrorrhiza 616
Iberis 637; 635
Icacinaceae 739; 736; *739*
Icacopflaumen 675
Icmadophyla 254
Idiogamie 497
Igel-Föhre 452
Igelkolben 938
Igelschwamm 231
Ilex 736; 745; *737*
Illicium 605; *604*
Illipe 775
Immergrün 814
Impatiens 735; *504*, *735*
Imperata 901
Imperatoriae, Radix I. 754
Imperfecti, *Fungi imp.* 242
Inactis *79*
Incarvillea 798
Incompletae 540
Indianer-Reis 898
Indian Mahagony 726
Indigo (v. *Indigofera*) 683
— chinesischer (v. *Polygonum*) 574
Indigofera 683
Indische Feige 587
— Lotosblume 623
Indisches Rosenholz 685
Individualbestäubung 497
Individuelle Entwicklung 19, 27
Individuum 15
Induplikat-valvate Knospendeckung *475*

Indusium 354, 360, 369, 384, 387, 388; *353*, *371*, *372*, *374*, *376*, *383*, *386*, *388*
Inflorescentiales 442
Infloreszenz (Begriff derselben) 396, 468
Infloreszenzen (Übersicht derselben) 469, 470, 471, 472; *471*
Influenza 90
Inga 678; 611; *676*
Ingwer 906
Innenschale (bei Bacillarieen) 103; *102*
Insekten, älteste fossile Blumenbesucher 531, 532 (Fußnote)
Insektenbestäubung, Ursprung derselben 531, 532, 535 (Fußnote)
Insektenblütige Pflanzen 398
Insektenfang, siehe Insektivore Pflanzen
— zufälliger 817
Insektenpulver 846
Insektivore Pflanzen 625, 626, 627, 628, 644, 793, 794
Integument (bei Pteridophyten) 342, 391; *340*, *392*
— (der Gymnospermen) 397, 407; *408*, *425*, *430*, *432*, *457*, *458*, *461*, *466*
— (der Angiospermen) 397, 487; *485*, *488*, *490*, *520*
Internodialzellen (bei Characeen) 169, 170; *171*
Intine (der Pteridophytenspore) 322
— (des Pollenkorns) 396
Intraseminale Leitbündel 521; *520*
Intravaginale Verzweigung 893
Intravaginalschuppen 853
Introrse Antheren 478
Inula 844
Inuleae 844
Inulin 33, 831, 834, 835, 836, 842
Involucralblätter (bei Laubmoosen) 287
Involucrum (der Bryophyten) 280
— (der Angiospermen) 470
Involute Knospendeckung *475*
Involutionsformen 83
Ionaspis 252
Ipecacuanhae, Radix Ip. 826
Ipecacuanhawurzel (*Cephaëlis*) 826
— weiße (*Hybanthus*) 646
Ipomoea 779; *778*
Iridaceae 874; 862, 863; *875*
Iridoideae 876
Iris 876; 503; *875*
Irländisches Moos 142
Irreversibilität der Entwicklung 27
Irvingia 725
Isaria 211
Isatis 636; *637*
Isidium 246
Isländische Flechte 255
— Moos 255
Isocyclische Blüten 474
Isoëtaceae 352; *267*, *319*, *353*
Isoëtes 354; 268; *267*, *319*, *353*
Isoëtinae 352; 325
Isogameten 146
Isopyroideae 619
Isopyrum 619
Isospore Pteridophyten 266, 271, 275, 278, 322, 326, 328, 342, 345, 346, 350, 355, 362
Isothecium 302
Isozyklische Blüten 474
Italienisches Rohr 898
Iwatake 253
Ixioideae 876
Ixora 826

Jaborandi, Folia J. 724
Jaboticabe 695
Jacaranda 798; *798*, *799*
Jacarandaholz 798
Jackiella *312*
Jacobinia 802
Jacquinia 760; *760*
Jaculatoren 800, 802; *801*
Jahresringbildung 403; *436*
Jakulatoren 800, 802; *801*
Jalapaceae 579
Jalapae, Radix J., Resina J., Tubera J. 779
Jalapenwurzel 779
Jamaika-Bitterholz 725
Jamaika-Quassia 725
Japanische Bergkirschen 675
— Dattelpflaume 772
— Galläpfel 730
— Mispel 674
Japanischer Kampfer 615
— Lack 730
Japanische Zeder 447
Jasione 836
Jasmin (*Jasminum*) 820
— (*Philadelphus*) 665
Jasminum 820; 819
Jatropha 595
Jatrorrhiza 616
Jeffersonia 621; *517*, *621*
Jericho-Rose (*Anastatica*) 636
— — (*Odontospermum*) 844
Joannesia 595
Jod (Gewinnung aus Algen) 126, 130
Johannisbeere 665
— siehe auch *Ribes*
Johannisbrot(baum) 681
Johanniskraut 659
Joinvillea 877
Jonaspis 252
Judasbaum 682
Judasohr 228
Judenkirsche 786
Jugendblätter 30; *29*
Jugendformen 28, 29; *29*
Juga primaria, Juga secundaria (der Umbelliferenfrucht) 751; *752*
Juglandaceae 549; 521, 527; *550*
Juglandales 548; 549
Juglans 551; 513; *510*, *514*, *520*, *534*, *550*
Jujubes 741
Juliania 549; *549*
Julianiaceae 548; 521; *549*
Juncaceae 876; 863, 877, 888; *876*
Juncaginaceae 857
Juncella 887
Juncus 877; 888; *876*
Jungermanniales 311; *312*
Jungfer im Grünen 619
Jungius J. 2

Junipereae 448
Juniperus 448; 570; *439*, *448*; W.: 224, 225; *224*
Jurinea 846
Jussieu A. L. de 4
Jussieua 699; *483*, *699*
Justicia 802; *801*
Jute 710

Käfer, pilzbefallen *210*
Kaempferia 906; *905*
Kälberkropf 753
Kältestarre der Bakterien 84
Käsepappel 706
Kätzchen 470
Kaffee(bohnen) 825
Kahmhaut *197*
Kaiserkrone 869
Kaiserling 235
Kakao 711
Kakaobaum 711
Kakaobutter 711
Kaki(-Apfel) 772
Kakteen siehe *Cactaceae*
Kaktusdahlie 845
Kalabasse 834
Kalabassenbaum 798
Kalanchoë 663
Kalebasse 834
Kalebassenbaum 798
Kalifornische Muskatnuß 444
Kalkriffe 144
Kalkuttahanf 710
Kalmia 769; 767
Kalmus 930
Kalopanax 747
Kalyptra 289, 291, 309; *294*, *302*, *306*, *312*, *313*, *315*
Kalziniertes Tabaschir 898
Kamala 595
Kambium 320
Kamellie 658
Kamille (*Matricaria*) 846
— römische (*Anthemis*) 846
Kammgras 898
Kampfer, Baros- 660
— Borneo- 660
— chinesischer 615
— japanischer 615
— Sumatra- 615
Kampferöl 615
Kampylotrope Samenanlage 397; *485*
Kanadabalsam 450
Kanadische Gelbwurzel 621
Kanariengras 901
Kaneel (v. *Cinnamomum*) 615
— weißer (v. *Canella*) 607
Kanne (v. *Nepenthes*) 625; *24*, *624*
— (v. *Cephalotus*) 627; *626*
Kannenblätter 625, 627
Kannenpflanze 626
Kapensisches Mahagoniholz 726
Kapillitium (der Myxomyceten) 71; *72*
— (der Gasteromyceten) 237, 241
Kapok 709
Kappe (bei *Oedogonium*) 159; *158*, *159*
Kappenzelle (bei *Oedogonium*) 159; *158*, *159*
Kappern (v. *Capparis*) 633
— (v. *Tropaeolum*) 719
— (v. *Zygophyllum*) 721
Kappernstrauch 633
Kapsel (der Moose) 281, 287, 291, 305, 315
— — — siehe auch Sporogonium
— (der Angiospermen) 515
Kapselbakterien 81
Kapselfrüchte 515
Kapuzenblatt 907; *905*
Kapuzinerkresse 719
Kapuzinerpilz 233
Karat 681
Karatas 880
Karde 830
Karfiol 636
Karinalhöhlen 349; *348*
Karobe 681
Karotin 75, 78, 102, 146
Karotte 754
Karpell 396
Karpellträger (der Umbelliferen) 748; *752*
Karpid 396
— Entwicklung desselben *534*
Karpogon 135, 136; *133*, *135*, *136*, *137*, *138*, *141*
Karpogonast 136; *135*
Karpogonzelle 138
Karpospore 137, 138, 139; *136*
Karrageen 142
Kartoffel 786
— siehe auch *Solanum*
— chinesische (*Dioscorea Batatas*) 881
— -Krautfäule 185
— -Krebs 179; *178*
Karunkula 511; *510*
Karyoid 111; *112*
Karyopse 514, 893; *893*, *894*
— beschalte 894
Kaschou 729
Kaseïn, Gerinnung desselben 90
— Lösung desselben 91
Kaspische Weide 553
Kassave 596
Kastanienbaum 547
Kata-Uredineae 222
Katapsi-Uredineae 222
Katechu (v. *Acacia*) 678
— Gambir-K. (v. *Uncaria*) 825
Kathin 738
Katsura 601
Katzenminze 806
Kaulfussia 362; 360; *361*
Kaurifichte 449
Kautschuk 555, 556, 570, 596, 814
Kavapflanze 562
Kawri-Kopal 449
Kedrostis 834
Kefyr 198
Kegelzellen, verkieselte 890; *890*
Keimblätter (der Blütenpflanzen i. allg.) 400
— (der Gymnospermen) 411, 442; *437*, *462*
— (der Dicotyledonen) 509, 538; *509*, *512*
— (der Monocotyledonen) 509, 539, 849; *508*, *513*, *849*, *850*
— (der Pteridophyten), siehe Kotyledonen
Keimblattformen (v. Angiospermen) *512*, *513*, *517*
Keimgewebe 397
Keimlinge (von Gymnospermen) *437*, *462*
— (von Angiospermen) *512*, *513*, *517*, *850*

Keimlinge synkotyler Dicotyledonen *517*, *850*
Keimsack 397
Keimung der Sporen, siehe Sporenkeimung
Keimzellen (Fortpflanzungsorgane) 35
— (in Brutorganen von Laubmoosen) *289*
Kelch 395, 475, 476
— Herkunft desselben 531, 536; *529*
Kelchblätter 475, 476
Kelp 130
Kentia 924
Kentranthus 828
Keratin 72
Kerbelkraut 753
Kerbelrübe 753
Kerguelenkohl 637
Kermesbeere 579
Kern, vegetativer, des Pollenkorns 268, 399, 406, 483; *267*, *268*, *405*, *407*, *501*
Kerne, generative, des Pollenkorns 268, 399, 406, 407, 484; *267*, *268*, *405*, *501*, *502*, *503*
Kerner A. 10, 42
Kernverschmelzung 35
Kerria 671
Keteleeria 451
Keulenschwamm 231
Khat 738
Khaja 726
Kichererbse 684
Kickxia 788
— siehe auch *Funtumia*
Kiefer 451
— siehe auch *Pinus*
Kiefernwurzelschwamm 233
Kieselalgen 101
Kieselguhr 106
Kieselkegelzellen 890; *890*
Kieselkurzzellen 890; *890*
Kieselmergel 106
Kieselskelett 104
Kino (v. *Pterocarpus*) 685
— australisches (v. *Eucalyptus*) 695
Kirschbaum siehe auch *Prunus*
Kirsche 675
Kirschlorbeer 675
Kirschlorbeerwasser 675
Kitaibelia 707
Klappenschorf des Klees 205
Klapperschwamm 233
Klappertopf 791
Klasse 13, 17
Klatschmohn 631
Klausen (Teilfrüchte der Boraginaceen) 783, 784
Kleberschichte 895; *894*
Klebscheiben (der Asclepiadaceen) 815, 817
Klebstoffhaare 834
Klee 684
— siehe auch *Trifolium*
— Glücks- 717
Kleekrebs 205
Kleeseide 779
Kleinkern (bei Bacillarieen) *109*
— (bei Desmidiaceen) *112*
Kleistogame Blüten 477, 496
Kleistokarpe Moose 291, 293, 296, 298
Klemmkörper 815, 818; *816*
Kleng-Lein 715
Klette 847
Klimmblätter *24*
Knabenkraut 915
Knäuelgras 898
Knautia 830
Knema 607
Kniphofia 868; 866
Knoblauch 868
Knöllchen (als Vermehrungsorgane bei Characeen) 170, 172
— (an Leguminosenwurzeln) 91, 679; *90*
— siehe auch Wurzelknöllchen
Knollen 468
Knollenblätterschwamm 235
Knollenfäule der Kartoffel 185
Knoppern 547
Knorpeltang 142
Knorria 341
Knospendecke *24*
Knospendeckung 476; *475*
Knospenkern 397
Knoten (bei Florideen) *132*
Knotenblume 874
Knotenzellen (der Characeen) 169, 170; *171*
Kochsalat 848
Koeberlinia 633
Koelreuteria 732; *731*
Kölliker A. 42
Königin der Nacht 588
Königsfarn 375
Königsholz 809
Königskerze 790
Königspilz 233
Köpfchen 470
Köpfchenschimmel 189
Körperzelle 406; *406*, *407*
Koffein 736
Kohl 636
— siehe auch *Brassica*
Kohleria 797; *795*
Kohlgewächse, siehe *Brassica*
Kohlhernie 180; *179*
Kohlkropf 180
Kohlpflanze 636
Kohlrabi 636
Kohlrübe 636
Kohlweißlingsraupe, pilzbefallen *190*
Kokaïn 719
Kokkelskörner 616
Kokosfaser 924
Kokosnußpalme 924
Kokospflaumen 675
Kokumfett 659
Kolben 470
Kolbenhirse 901
Kolophonium 451
Koloquinte 834
Kolumella (bei Gasteromyceten) 237, 240
— (bei Laubmoosen) 288, 291, 305, 307; *292*, *306*
— (bei Lebermoosen) 311, 317; *318*
Kolumna (der Orchidaceen) 907, 908, 913
Kommissur (der Umbelliferenfrucht) 751
Kompositen, siehe *Compositae*
Konidien 174, 181, 187, 191, 210, 216, 218, 221, 227, 228, 230, 242, 248; *185*, *186*, *188*, *190*, *196*, *201*, *203*, *210*, *211*, *213*, *221*, *227*

Konidienlager 242; *203, 211, 242*
Konidienstroma *213*
Konidienträger 184, 210, 242, 248; *185, 186, 188, 190, 196, 201, 210, 211, 213, 243*
Koniferen, siehe *Coniferae*
Konkauleszenz 785
Konkavzellen 78
Konnektiv 396, 478
Konstitution, genotypische 45
Kontinuierliche Variationen 42
Konvergenz, morphologische 23
Konzeptakel (bei Fucaceen) 126, 127; *127*
— (bei Corallinaceen) 134, 135, 144
Kopal, Kawri-K. (v. *Agathis*) 449
Kopalharz (v. *Hymenaea*) 682
Kopfkohl 636
Kopfsalat 848
Kopulation (bei Myxomyceten) 70, 73
— (bei Peridinieen) 99; *98*
— (bei Bacillarieen) 105, 110; *109*
— (bei Conjugaten) 111, 113, 114; *112, 114*
— (bei Phaeophyten) 117
— (bei Chlorophyceen) 146; *149, 151, 154, 155, 156, 157, 162, 166*
— (bei Pilzen) 174, 177, 182, 184, 187, 193, 198, 217, 219, 223; *188, 190, 197, 218, 223*
Kopulationsäste 187, 193; *188, 192*
Kopulationsschlauch 111
Korallenschwamm (*Clavaria*) 231
— (*Hydnum coralloides*) 231
Korallenwurzeln (von *Cycadinae*) 422; *422*
Korbblütler 842
Korbweide 553
Koriander 753
Korinthen 743
Kork-Eiche 547
Korkholz 814
Korn (Roggen) 900
Kornelkirsche 746
Kornrade 590
Korolle 395, 475, 476
— Herkunft derselben 531, 532, 536; *529*
Korollinischer Kelch 476
Korollinisches Perigon 475
Koromandel-Ebenholz 772
Korona (der Asclepiadaceen) 815; *816*
— (der Passifloraceen) 648
— (von *Piriqueta*) 646
Korschinsky S. 42
Korthalsia 919; *921*
Kotyledo, siehe Kotyledonen
Kotyledonarscheide 880; *517, 849, 850*
Kotyledonen (der Pteridophyten) 320, 334, 365; *319, 331, 335, 357, 366, 382, 383, 386, 387*
— (der Gymnospermen) 411, 442; *437, 462*
— (der Dicotyledonen) 400, 509, 538; *509, 512, 517, 850*
— (der Monocotyledonen) 400, 509, 539, 849; *508, 513, 849, 850*
Krachmandel 675
Krähenaugen 809
Krähenbeere 770
Krätze der Gurken 242
Kräuselkrankheit des Pfirsichbaumes 208
Krallenranken (bei Bignoniaceen) 797; *798*
Krameria 682
Krapp 826
Krassinuzellat 487
Krause E. 8
Kraut (*Brassica*) 636
— (herba) 468
Krautfäule der Kartoffel 185
Krautrübe 636
Krebs der Kartoffel 179; *178*
— — Lärche 205; *204*
— — Laubbäume 211
— des Klees 205
Kren 636
Kresse (Brunnenkresse) 636
Kresse (Gartenkresse) 637
Kreuzbeeren 741
Kreuzdorn 741
Kreuzung, als Ursache der Entstehung neuer Formen 42, 46, 49, 52; *47, 48, 49, 50*
Kribbelkrankheit 212
Kriechenpflaume 675
Krönchen (bei Characeen) 172; *171*
Krone, Blumenkrone 475, 476
Kronenrost 225
Kroton (*Codiaeum*) 596
Krotonöl 595
Krummholz 451
Krummholzzone 452
Krummläufige Samenanlage 397
Krustenflechten 244; *251*
Kryptogamen 62
Kubeben 562
Küchenschelle 619
Kümmel 753
Künstliche Systeme 2
— Zuchtwahl 41
Kürbis 834
Kuhpilz 233
Kukuruz 902
Kumarin 675, 685, 826, 844, 901
Kupferkalkbrühe 185, 186
Kupfervitriol 185, 219
Kupula, siehe Cupula
Kurztriebe 438, 451; *437*
Kurzzellen, verkieselte 890; *890*
Kyllingia 891

Labellum (von *Levenhookia*) 841
— (von *Zigiberaceae* und *Cannaceae*) 904; *905*
— (von Orchidaceen) 911
Labiatae 804; 775, 794, 801, 807; *777, 804, 806*
Lablab 684
Laboulbenia 216
Laboulbeniaceae 216; *215*
Laboulbeniales 214; 139, 174, 196; *215*
Laburnocytisus 684
Laburnum 684; *680*
Labyrinthuleae 69

Laccopetalum 619
Lachnea 193
Lachnum 205
Lacistemonaceae 562
Lack, japanischer 730
Lackmus 251, 254
Lactarius 234; 230
Lactoridaceae 605
Lactoris 605
Lactuca 847, 848; *840*; W.: 186
Lactucarium 848
Ladan(um)harz 640
Laelia 916
Längsfurche (der Peridinieen) 97
Längsgeißel (der Peridinieen) 98
Lärche 451
Lärchenkrebs 205; *204*
Lärchenschwamm 233
Läusekraut 971
Lagenaria 834
Lagenidium 184; *184*
Lagenostoma 391; *391*, *392*, *502*
Lager 62
Lagerpflanzen 62
Lagerstroemia 688
Lagetta 687
Lagoecia 753; 749
Lagoecieae 753
La Guayra-Vanille 916
Laguncularia 693
Lagurus 901
Laichkraut 860
Lamarck J. B. de 6, 40, 41
Lamarckismus 41
Lamarckistische Lehren 41
Lambertsnuß 545
Lamellen (der Agaricaceen) 234; *229*
Lamiacanthus *483*
Laminale Plazentation 486; *486*
Laminaria 126; 118, 130; *116*, *118*, *124*, *125*
Laminariaceae 124; 116, 117, 126; *118*, *124*, *125*
Laminariales 123; *118*, *124*, *125*
Laminarites 119
Lamium 806; 805; *804*
Lamproderma 74; *72*
Lamprothamnus 172
Landleben, Anpassung der Cormophyten an dasselbe 277, 278; *276*
Langer Pfeffer 562
Landolphia 814
Langsdorffia 572; *571*
Langtriebe 438, 451; *437*
Lantana 803; 802
Lapageria 870; 866
Lapeyrousia 876
Laportea 560; *560*
Lappula 784
Lardizabalaceae 616; 603, 850
Larix 451; *273*, *437*, *452*; W.: 205, 227
Laserpitieae 754
Laserpitium 754; *752*
Lasiandra 697
Lasiobolus 204
Lasioideae 930
Lasiosiphon 687
Latania 924
Laterale Blüten 468
Lathraea 791; *24*, *504*, *776*, *790*
Lathyrus 684; 679, 681; *29*
Latsche 452
Lattich 848
Laubflechten 244; *254*
Laubholzmistel 570 (Fußnote)
Laubmoose 284
Lauch 868
Laudatea 258
Lauderia 108
Lauraceae 614; 609, 615, 851; *614*
Laurocerasi, Aqua L. 675
Laurocerasin 675
Laurus 615; W.: 236
Lavandula 806
Lavanduloideae 806
Lavatera 707
Lavendel 806
Lawia 669
Lawrance-Rose 673
Lawsonia 688
Leandra 697
Lebensbaum 448
Leberblümchen 619
Lebermoose 307; 284
— foliose 308
— frondose 308
Leberpilz 233
Lecania 254
Lecanora 254; *251*
Lecanoraceae 254; *251*
Lecidea 253; 248
Lecideaceae 253; *251*
Lecythidaceae 692; *692*, *693*
Lecythis 692; *692*
Ledertäubling 235
Ledum 769; W.: 225
Leea 744
Leeoideae 744
Legföhre 451
Legousia 836
Legumen 515
Leguminosae 677
— siehe auch *Papilionaceae* und *Mimosaceae*
Leguminosen-Krankheiten 225, 242; siehe auch *Papilionaceae*, *Phaseolus*, *Pisum*, *Trifolium* usw.
— -Wurzelknöllchen 84, 91, 679; *90*
Leichen, Fäulnis derselben 91
Leimmistel 570
Lein 715
Leinenfaser 715
Leinöl 715
Leinstengel, Mazeration derselben 91
Leiophyllum 767
Leitbündel (der Bryophyten) 260, 280, 287; *286*
— (der Pteridophyten) 260, 278, 320; *321*, *332*, *348*, *367*, *370*
— (der Gymnospermen) 261, 402, 414; *439*
— (der Angiospermen) 261, 468, 538, 540, 848; *517*, *539*, *540*
— geschlossene 320, 540; *540*
— offene 320, 403, 538; *539*
— in der Samenanlage 521; *520*
Leitbündelkryptogamen (siehe auch *Pteridophyta*) 318; 260
Leitende Gesichtspunkte bei der systematischen Anordnung der Angiospermen 537
Leithakalk 139

Leitneria 548
Leitneriaceae 548; 602
Leitneriales 548
Lejeunia 314; *312*
Lejolisia 143
Lemanea 140
Lemaneaceae 140
Lembophyllaceae 302
Lemna 933; 389, 472; *932*; W.: 152, 158; *153*
Lemnaceae 932; 59; *932*
Lennoa 781; *781*
Lennoaceae 781; *781*
Lens 684
Lentibulariaceae 792; 665, 759; *791, 792, 793*
Lenzites 233; *232*
Leontice 621
Leontodon 847
Leontopodium 844; *844*
Leotia 205; *204*
Lepidieae 637
Lepidium 637; 635; *507*
Lepidocarpon 342; *340*
Lepidocaryoideae 924
Lepidocaryum *918*
Lepidodendraceae 341; *340, 342*
Lepidodendrales 339; 325, 333, 354, 412; *340, 342*
Lepidodendron 341; *340*
Lepidophloios 341
Lepidophyllum 341
Lepidostrobus 341; 342; *340, 342*
Lepidozia 313; *312*
Lepiota 235
Lepra 90
Leptadenia 815
Leptobryum 298; *283, 289*
Leptocarpus 887
Leptocaryon 431
Leptogium 252
Leptolejeunia *312*
Leptom (der Bryophyten) 287; *286*
— (der Pteridophyten) 320
Leptomitus 183
Leptospermoideae 695
Leptosphaeria 212, 214
Leptospora 212
Leptosporangiate Ovula 487
— Pteridophyten 322, 362
Leptostomataceae 299
Leptotes *910*
Leptothrix 92, 93
Lepuropetalon 664
Lepyrodontaceae 301
Lerchensporn 631
Leskea 303
Leskeaceae 303
Lespedeza 685
Lessonia 126
Leszczyc-Sumiński J. Grf. v. 7
Letharia 256
Letterstedtia 156
Leucadendron 564; *565*
Leucas 806
Leuceria 847
Leuchtbakterien (leuchtende Spaltpilze) 87, 90, 91; *87*
Leuchtenbergia 587
Leuchtende Peridinieen 100
Leuchtmoos 298
Leucobryaceae 293; *286*
Leucobryum 295; *286*
Leucozysten (Hyalinzellen) 287, 295, 304; *286, 305*
Leucodon 301
Leucodontaceae 301
Leucoiaceae 871
Leucoium 874
Leucoloma 293
Leucomiaceae 304
Leuconostoc 89
Leucophanes 295
Leukozysten (Hyalinzellen) 287, 295, 304; *286, 305*
Levenhookia 841
Levisticum 754
Levkoje 636
Liabum 846
Libocedrus 448
Licania 675
Lichenes 244; 33, 79, 152, 205; *195, 245, 247, 250, 251, 253, 254, 255, 257, 258*
Lichnothamnus 172
Licmophora 110
Liebesapfel 786
Liebstöckel 754
Lieschkolben 938
Ligula (bei Pteridophyten) 334, 337, 339, 354; *335, 336, 340, 353*
— (der Gramineen) 892
Ligula (der Palmen) 919
— (der Zingiberaceen) 904
Ligularnarbe (der *Lepidodendrales*) 341; *340*
Liguliflorae 847; 843
Ligusticum 754; *752*
Ligustrales 819; 755, 777, 821, 831
Ligustrum 820; *820*
Lilaea 858
Lilaeopsis 748
Liliaceae 863; 851, 862, 870, 871, 876, 877; *864, 865, 866, 867, 868, 869*
Lilie 869
Liliiflorae 862; 852, 883, 888, 891, 902, 907, 917
Lilioideae 869
Lilium 869; 866; *481, 484, 501, 502, 864*
Lilium-Typus der Embryosackbildung 492, 494; *493*
Limeum *575*
Limnanthaceae 718; 755
Limnanthemum 812
Limnocharis 855
Limodorum 915
Limone 724
Limonia 724
Limonium 759; 758; *758*
Linaceae 715; 719, 771, 777
Linaria 790; *788*
Linde 709
Lindley J. 6
Lindsaya 380; *371*
Linie, reine 16
Linnaea 828; 826; *827*
Linné C. v. 2
Linodendron 687
Linse 684
Linum 715; 779
Lippe (von *Isoëtes*) 354; *353*
— (von Zingiberaceen und Cannaceen) 904; *905*
— (von Orchidaceen) 911
Lippenblüten (bei Compositen) 842, 843, 847
Lippenblütler, siehe *Labiatae*
Lippia 803
Liquidambar 601; 773; *600*
Liquiritiae, Radix L. 683
Liriodendron 605; *604*
Listera 915

Litchi 732
Lithoderma 122
Lithodermataceae 122
Lithophyllum 144; *144*
Lithospermum 784; 783; *782*
Lithothamnion 144; *144*
Litorella 808
Litsea 615
Littonia 866
Livistona 924
Loasa 650
Loasaceae 650; 585, 586, 755
Lobaria 252
Lobelia 837; *837*, *838*, *839*
Lobeliaceae 837; 835; *837*, *838*, *839*
Lobelius M. 2
Lobulus 313; *312*
Loculus 478
Lodiculae 892, 895; *893*
Lodoicea 924
Löwenmaul 790
Löwenzahn 848
Loganiaceae 809; 808
Lohblüte 74
Lohden 742; *743*
Loiseleuria 769; 767
Lokulament 478
Lolch 900
Lolium 900; *896*
Lomariopsis *370*
Lomatia *563*
Lomentaria 143; *141*
Lonicera 827; 513, 826; *514*, *827*
Lophiostoma 212
Lophira 655
Lophiraceae 654
Lophium 202
Lophocolea 313; 308
Lophodermium 202
Lophogyne *667*
Lophophytum 572; *571*
Lophotriche Schizomyceten 82; *83*
Lophozia 313
Loranthaceae 567; 488, 565, 572; *566*, *568*, *569*
Loranthoideae 569
Loranthus 569; *569*
Lorbeer(baum) 615; W.: 236
Lorchel 206
Lorentziella 298
Loroglossum *912*
Loteae 684
Lotosblume, blaue 623
— indische 623
— weiße 623
Lotsy J. P. 9, 42, 47
Lotten, siehe Lohden
Lotus 684
Louisiana-Moos 880
Loxonia 797
Loxsoma 376
Loxsomaceae 376; 373
Lucuma 775
Ludwigia 699
Luffa 834, 835
Luffaschwämme 834
Luftkammern (der *Marchantiales*) 314; *309*, *316*, *317*
Luftmyzelium 199, 200
Luftsprosse (von Lemnaceen) 933
Lunaria 636; *635*, *637*
Lungenentzündung 89
Lungenseuche der Rinder 81
Lunularia 316; 311; *315*
Lupine, Wurzelknöllchen derselben *90*
Lupinus 684; *512*
Lupuli, Glandulae L. 559
Luteolin 638
Luxemburgia 655; *654*
Luxemburgiaceae 654
Luzerne 684
Luziola 894
Luzula 877; *876*
Luzuriagoideae 870
Lycaste 916
Lychnis 590; *589*
Lycium 786; *785*
Lycoblatt 323
Lycogala 74; 71, 73
Lycoperdaceae 241; 237; *238*, *239*
Lycoperdon 241; 257; *238*, *239*
Lycopersicum, siehe *Solanum*
Lycopodiaceae 328; 264; *269*, *272*, *319*, *321*, *329*, *330*, *331*, *332*, *333*
Lycopodiales 328; *323*, *325*
Lycopodiinae 328; 320, 323, 324, 326, 344, 345, 354, 355, 412, 413, 414, 442
Lycopodium 333; 331, 332; *269*, *272*, *319*, *321*, *329*, *330*, *331*, *332*, *333*
Lycopodium 334
Lycopsida 323
Lycopsis W.: 225
Lycopus 805
Lycostrobus 354
Lygeum 898; 901
Lyginodendreae 391; *390*, *391*, *392*
Lyginodendron 391; *390*, *391*, *392*
Lygodium 375; *374*
Lyngbya 80; *77*
Lysimachia 763; *761*; W.: 147, 179
Lysimachieae 763
Lythraceae 688; 686, 701; *689*
Lythrum 688; *689*

Maba 772
Macädium 250
Macassar-Öl 606
Macfadyena *798*
Macgregoria 738
Machaerium 679
Macis 607
Macleya 630; *630*
Maclura 554
Macro-, siehe auch Makro-
Macrocystis 126; *116*, *125*
Macromitrium 296
Macroplectrum 916
Macropodium 636
Macrosporium 242; *243*
Macrostachya 352
Macrotomia 784
Macrozamia 423; 417; *417*
Macrozanonia 834
Madagaskar-Ebenholz 772
Madagaskarpflaume 646
Madia 845
Madotheca 314; *269*
Männliche Blüten der Gymnospermen 403
— — der Angiospermen 530
— Organe der Cormophyten 266, siehe auch Antheridium, Spermatozoid, Pollenschlauch, Pollenkorn, Staubblatt, Staubgefäß usw.
Maerna *473*
Maesa 763
Magelhanischer Zimt 605
Magnolia 604; *604*

Magnoliaceae 603; 520, 521, 605, 609, 612, 653, 850, 851; *604*
Mahagoni(holz), Mahagony 726
Mahonia 621; W.: 225
Maiblume 870
Maiglöckchen 870
Mairaßling 235
Mais 902
— siehe auch *Zea*
Maischwamm 235
Maitrank 826
Majanthemum 870
Majeta 697
Majoran 806
Majorana 806
Makrocyste 71
Makrosporangium 265, 271, 322; *273*, *336*, *340*, *352*, *353*, *383*, *385*, *386*, *388*, *391*, *392*
Makrospore (der Pteridophyten) 265, 271, 322; *263*, *273*, *335*, *337*, *340*, *353*, *383*, *385*, *386*, *387*, *388*
— (der Anthophyten) 397, 407
Makrosporenmutterzelle (v. *Selaginella*) *273*
— (der Gymnospermen) 407
— (der Angiospermen) 490, 492; *489*, *493*
Makrosporophyll (der *Cycadofilicinae*) 391
— (der Gymnospermen) 414
Makrozoospore 156
Makrozyste (der Myxomyceten) 71
Malabar-Talg 660
Malaria 74, 695
Malaxis 915; 911
Maledivische Nuß 924
Malesherbia 647
Malesherbiaceae 647
Mallotus 595
Malope 707
Malopeae 707
Malpighia 720
Malpighiaceae 719; 721; *720*
Maltheserschwamm 572
Malus 674; W.: 200, 205, 210, 214, 225, 242, 243
Malva 706; *22*
Malvaceae 705; 480, 708; *703*, *706*; W.: 225
Malvales 521 (Fußnote)
— siehe auch *Columniferae*
Malvastrum 705
Malveae 706
Mamillaria 587; 586; *584*
Mammea 659
Mammei-Äpfel 659
Mammutbaum 447
Mandarine 725
Mandel 674
Mandioka 596
Mandragora 786
Manettia 823, 824
Mangabeira 814
Mangifera 729
Mango 729
Mangold 577
Mangrove(-Pflanzen) 691, 763, 803, 839; *691*
Manguitta-Rinde 720
Mani-Harz 659
Manihot 596; *593*, *595*
Manilahanf 904
Maniok 596
Manna (v. *Fraxinus*) 819
— (v. *Tamarix*) 641
— persische (v. *Alhagi*) 685
Manna-Esche 819
Mannaflechte 254
Mannit 126, 819
Mannsschild 762
Mansinellenbaum 596
Manubrium 171; *171*
Manulea 790
Manzinella 596
Maprounea *592*
Maranta 907; *905*
Marantaceae 906; *905*
Maraschino 675
Marasmius 235; *232*
Marattia 362; *361*
Marattiaceae 361; 264, 389, 416; *361*
Marattiales 360; 325, 355, 369, 389
Marcgravia 656; *655*, *656*
Marcgraviaceae 655; 652, 763; *655*, *656*
Marchantia 316; 311; *281*, *309*, *310*, *316*
Marchantiaceae 315; *263*, *281*, *308*, *309*, *310*, *315*, *316*
Marchantiales 314; 311
Marchantieae 315
Marginale Plazentation 486; *486*
— — Erklärung derselben 535 (Fußnote)
Marginales 373
Marica 876
Mariengras 901
Mark (der Phaeophyten) 116; *116*
Markschicht (der Flechten) 244; *245*
Markstrahl *436*
Markzellen (der Phaeophyten) 116
Maroni 547
Marrubium 806
Marsdenia 818
Marsilia 385; 270; *267*, *382*, *383*
Marsiliaceae 382; *267*, *269*, *382*, *383*, *384*, *385*
Marsupella 313; *312*
Marsupium 310, 314; *312*
Martynia 800
Martyniaceae 799, 800; 788; *776*, *800*
Mascagnia 720; *720*
Mascarenhasia 814
Maschalocephalus 877
Masdevallia 916; 919; *912*
Massoia 615
Massoirinde 615
Massulae (von *Azolla*) 388; *388*
— (Pollenmassen) 483, 678
Mastigamoeba *66*
Mastigosporium *243*
Mastix, Mastix-Harz (von *Pistacia*) 730
— amerikanischer (v. *Schinus*) 730
Maté, Maté-Tee (v. *Ilex par.*) 736
— — — (von *Villaresia Congonha*) 739
Matico, Folia M. 562
Matonia 375
Matoniaceae 375; 373
Matricaria 846
Matthiola 636
Mauerraute 381
Maulbeerbaum 554
— siehe auch *Morus*

Maulbeeren 554
Maurandia 789
Mauritia 924
Mauritiushanf 874
Maxillaria 916; 913
Mayaca 885
Mayacaceae 885
May apple 621
Maydeae 902; 895
Mazädium 250
Mazeration der Leinstengel 91
Mazocarpon 342
Meconella 630
Median-zygomorphe Blüten 474
Medicago 684; 681; *680*; W.: 205, 779
Medinilla 697; *479*
Medullosa 393
Medulloseae 393; *390*, *392*
Meerleuchten 87, 91, 100
Meerrettich 636
Meerstrands-Föhre 452
Meesea 299
Meeseaceae 299
Megacarpaea 637; 635; *634*
Megaphylle Pteridophyten 323, 345, 355
Mehl, blutiges 91
Mehltau (echter) 199
— — des Weinstockes 200, 744
— falscher 186
Mehrzeilige Gerste 900
Mekkabalsam 725
Melaleuca 695
Melampsora 226; *221*
Melampsoraceae 225; *221*, *222*, *224*, *226*
Melampsorella 227; 224; *222*
Melampsoridium 227
Melampyrum 791; 789; *789*
Melanconieae 242; *243*
Melandryum 590; W.: 219
Melanomma 212
Melanthoideae 866
Melanzana 786
Melastomataceae 696; *697*
Melde 577
Meleguetta-Pfeffer 606
Melia 727
Meliaceae 726; 722, 729
Melianthaceae 734
Melianthus 734
Melica 898
Melicoccus 732
Melilotus 684
Melioideae 727
Meliosma 734
Melissa 806; *479*
Melobesia 144
Melocactus 587
Melone 834
Melonenbaum 649
Melosira 108
Mendel G. 47
Mendelsches Spaltungsgesetz 47
Mendoncia 802; 801; *801*
Mendoncieae 802
Meniscium *370*
Menispermaceae 615; 603, 620, 625, 850, 851
Menispermum 616
Mentha 806; *804*
Mentzelia 650
Menyanthaceae 811; 808; *810*, *811*
Menyanthes 812; *810*, *811*
Mercurialis 595; 594; *592*
Merendera 866
Mericarpium (der Umbelliferen) 751; *752*
Meridion 110; *102*
Merismopedia 79
Meristelie 320; *321*
Merulius 231; *232*
Mesembrianthemum 580; *24*, *575*, *580*, *581*, *582*, *583*
Mesocarpium 512
Mesochilium 913
Mesocotyl *850*
Mesogloia 112
Mesokarp 512
Mesokotyl *850*
Mesotaeniaceae 113
Mesotaenium 113
Mesotus 293
Mespilus 674; *673*
Mesua 659
Metachlamydeae 754
Metaspermae 467
Metasphaeria 212
Metastaminodium 482
Meteorium 302
Meteorpapier 169
Methoden der phylogenetischen Systematik 19
Methode, anatomische 27
Methode, entwicklungsgeschichtliche 27
— geographisch-morphologische 32
— paläontologische 19
— sero-diagnostische 34
— vergleichend-morphologische 20
Metrosideros 695; *694*
Metroxylon 924; 919
Metzgeria 314; *312*
Metzgerieae 314
Metzgeriopsis 313
Meum *752*
Mexikanisches Piment 695
Mexikanische Sumpfzypresse 447
Miadesmia 342; *340*
Michauxia 836; 53
Miconia 697
Micrasterias 113; *112*
Micro-, siehe auch Mikro-
Microcachrys 445
Microcladia *141*
Micrococcus 89; 81, 91; *88*
Microcoleus 80
Microcycas 423; 268, 270, 406, 407, 409, 422; *406*
Microcystis 79
Microphiale 252
Microspermae 883
Microsphaera 200
Microspora 156
Microsporon 242
Microtea *575*
Microthyriaceae 200; *199*
Microthyrium *199*
Mielichhoferia 298
Miere (Vogelmiere) 590
Mikrocyste 71
Mikrophylle Pteridophyten 323
Mikropylarhaustorium 505; *504*
Mikropyle 397, 487, 488; *490*
Mikropylenverschluß (der Gymnospermen) 410, 441
Mikrosporangium 265, 271, 322; *272*, *336*, *340*, *352*, *353*, *383*, *385*, *386*, *388*
Mikrosporen (der Bacillarieen) 108; *107*, *108*
— (der Pteridophyten) 265, 271, 322; *272*, *337*, *340*, *353*, *383*

Mikrosporon 242
Mikrosporophyll (der Cycadofilicinen) 391
— (der Gymnospermen) 414
Mikro-Uredineae 222
Mikrozoospore 156
Mikrozyste (der Myxomyceten) 71
Milch, blaue 91
— sauere 90
Milchbaum 556
Milchsäuregärung 90
Millefolii, Herba M. 846
Milzbrand 89
Milzkraut 664
Mimosa 678; 503, 677; *676*
Mimosaceae 676; 480, 483; *676*, *679*
Mimulus 790; *483*, *776*
Mimusops 775; *774*
Minuartia 590; *589*
Minze 806
Mirabelle 675
Mirabilis 579; 541
Mischococcus 152; *151*
Misonymus 361
Mispel (*Mespilus*) 674
— japanische (*Eriobotrya*) 674
Mißbildungen 25
Mistel 570
Mistle toe 570
Mitella 664
Mitsumata-Papier 687
Mittelmeer-Hafer 901
Mittelständiges Gynöceum 395
Mittenia 298
Mitteniaceae 298
Mixtae 373
Mniaceae 298; *282*, *283*, *288*, *292*, *294*
Mniodendron 304; *302*
Mniomalia 298
Mnium 299; 287; *282*, *283*, *288*, *292*, *294*
Modificatio, Modifikation 15, 17
Möhre 754
— siehe auch *Daucus*
Mohn 631
Mohrenhirse 901
Mohrenpfeffer 606
Mohria 375
Mollinedia 613
Mollisia 205
Mollisiaceae 205
Moltebeere 671
Momordica 835; 834
Monachanthus 916
Monadelphische Staubgefäße 481
Monandrae 915
Monarda 806
Monatsrose 673
Mondviole 636
Monilia 205
Monimiaceae 613; 609, 611; *613*
Monoblepharidaceae 181; *181*, *182*
Monoblepharidales 180; 174, 175; *181*, *182*
Monoblepharis 181; *181*, *182*
Monochaetum 697; *697*
Monochasium 470
Monochlamydeae 539, 540; 519, 520, 521, 524, 525, 526, 530, 535, 603; *520*, *526*, *529*
— fossile 525
Monochlamydeische Blütenhülle 395
Monocotyledones 539, 848; 537, 603, 605
— fossile 525
— Keimblatt und Keimlinge 849, 850; *849*, *850*
— phylogenetische Ableitung 516, 524
— Stammquerschnitt *540*
Monodora 606
Monöcische Pflanzen 398
Monoklinische Blüten 398
Monopetalae 754
Monophyletische Entwicklung 17
Monophyllaea 797; *796*
Monophyllon 650
Monopodiale Infloreszenzen 469
Monosiga *67*
Monospora 198
Monosporangium (bei Phaeophyten) 123; *122*
— (bei Rhodophyten) *136*
Monosporen (bei Phaeophyten) 122
Monosporen (bei Rhodophyten) 134, 138, 139; *136*
Monostelie 320; *321*
Monostroma 155; *155*
Monothezische Antheren 480
Monotriche Schizomyceten 82; *83*
Monotropa 766; 474, 509; *507*, *765*
Monotropaceae 765
Monotropoideae 766
Monstera 930; *928*
Monsteroideae 930; 929
Montia 588
Moose 280; 260
— siehe auch *Bryophyta*
Moos, irländisches 142
— isländisches 255
Moosbeere 769
Moraceae 553; *554*, *555*, *556*, *557*
Moraea 876
Morchel (*Morchella*) 206
— Gift- (*Phallus*) 242
— Stink- (*Phallus*) 242
— Stock- (*Gyromitra*) 206
Morchella 206; *204*
Morina 830
Morinda 826
Moringa 638
Moringaceae 638
Morisia 636
Morison R. 2
Mormodes 916; 914
Moroideae 554
Moronobea 659
Morphin 631
Morphologie, experimentelle 30
— vergleichende 19, 20, 21, 23
Morphologische Konvergenz 23
— (vergleichend-m.) Methode 20
— Systeme 3, 4
Mortierella 189; *188*
Mortierellaceae 189; *188*
Morus 554; 512; *26*; W.: 235
Moschuskraut 828
Moucheron (*Clitopilus*) 235
— (*Marasmius*) 235
Mougeotia 114; *114*
Mucilago 74
Mucor 189; *188*; W.: 189

Mucor-Hefe 189
— -Mykose 189
Mucoraceae 189; 187; *188*; W.: 189
Mucuna 684
Muehlenbeckia 574
Müller Fr. 27
Müllersche Körperchen 558
Mulineae 753
Mundbesatz 291
Murray J. A. 3
Musa 904
Musaceae 902; 907; *903*
Muscari 869; *864*
Musci 284
Muscites 291
Muskatblüte 607
Muskatnuß (*Myristica*) 607
— kalifornische (*Torreya*) 444
Mussaenda 825
Mutatio, Mutation (als systematische Einheit) 15, 17
Mutation (als Faktor der Formneubildung) 42, 52, 54; *43*, *44*, *51*, *53*
Mutationstheorie 42
Mutinus 242
Mutisia 847
Mutisieae 847; 842
Mutterkorn 212
Mutterzelle des Embryosackes 397, 489, 492, 493; *273*, *488*, *489*, *492*
— der Makrosporen 271, 273, 407, 490, 492, 493; *273*, *489*, *492*
— der Mikrosporen 271
— des Oogoniums (v. *Chara*) 172
— der Pollenkörner 396, 482; *272*, *481*
— des primären Endosperms 273, 397, 407
— der Spermatien (v. Rhodophyten) 134
— der Spermatozoiden (v. *Chara*) 172
— — (v. Archegoniaten) 266, 267, 281, 283, 319
— der Sporen (v. Archegoniaten) 261, 271, 281, 310, 311, 322; *273*
Mycelium 174
Mycelium, +- und — -M. 187
Mycetozoa 69
Mycobacteria 92; 83; *92*
Mycogone 242
Mycorrhiza, siehe Mykorrhiza
Mycosphaerella 212, 214
Myeloxylon 393
Mykoplasma-Theorie 224
Mykorrhiza (i. allg. u. an Waldbäumen) 176, 201, 207, 233, 239
— (bei Pteridophyten) 343; *335*
Mykose, Dermato-M. 242
— *Mucor*-M. 189
Mylitta 230
Myoporaceae 807; 785
Myoporum 807
Myosotis 784; 783
Myosurus *473*, *617*
Myrciaria 695; *694*
Myrica 547; S.: 92
— siehe auch *Gale*
Myricaceae 547; 521, 561; *548*
Myricales 547; 548
Myricaria 641; 494
Myricawachs 547
Myrioblepharis 181
Myriophyllum 701; *701*
Myriotrichia 121
Myriotrichiaceae 121
Myristica 607; *607*
Myristicaceae 607; 609, 850; *607*
Myrmecodia 823; *824*
Myrmekophilie 558, 677, 697, 823, 911, 919; *676*, *824*, *921*
Myrmidone 697
Myrobalanen (v. *Phyllanthus*) 596
— (v. *Terminalia*) 693
Myrosin 33, 628, 638, 719
Myrosinschläuche 636 (Fußnote)
Myrosinzellen 628, 636, 719
Myrothamnaceae 602
Myrothamnus 602
Myroxylon 683; *682*
Myrrha 725
Myrrhinium 695
Myrsinaceae 763; 759; *762*
Myrsiphyllum 869, 870; *868*
Myrtaceae 693; 695, 696; *694*
Myrtales 685; 661, 705
Myrtelwachs 547
Myrthenwachs 547
Myrtoideae 695
Myrtol 695
Myrtus 695; *694*
Mystropetalon 572
Myuriaceae 301
Myurococcus 152; 175
Myxamöbe 70; *70*
Myxamöbo-Zygote 70
Myxobacteria 94; 81, 82; *94*
Myxobacteriaceae 94; *94*
Myxococcus 95
Myxogasteres 74; *72*
Myxomycetes 69; *70*, *72*, *73*
Myxophyta 69; 19, 60, 62, 63, 64, 95
Myxotrichum 200
Myzelium 174
— + -M., — -M. 187
Myzocytium 184; *184*
Myzodendraceae 567; *565*
Myzodendron 567; *565*

Nabel (Hilum) 511
Nabelstrang 397
Nachbarbestäubung 497
Nackte Blüten 475
Nachtkerze 699
Nachtviole 636
Nackte Blüten 475
Nacktsamige 402; 261
— siehe auch *Gymnospermae*
Nadelhölzer 434
Nadsonia 198
Naegeli C. v. 7, 41
Nährböden für Bakterien 86
Nährgewebe 400
— siehe auch Endosperm
Nährzellen (Elateren der Lebermoose) 311, 317
Naemacyclus 202
Naevia 202
Naganakrankheit 67
Nagasholz 659
Najadaceae 861
Najas 861; 503; *506*
Nancitte-Rinde 720
Nandina 621
Napoleona 692; *693*

Naraspflanze 834
Narbe 399, 484
Narcissus 874; 873; *51, 872*
Nardia 313; *312*
Nardu 385
Narrenzwetschken 208
Nassauvia 847; *840*
Nasturtium 636; 635
Natal-Indigo 683
Native Broad 233
Natürliche Systeme 2, 3
— Zuchtwahl 41
Navia 879
Navicula 110; 104; *102*
Naviculoideae 110; *101, 102, 105, 109*
Nebenblätter bei Farnen 360, 362, 375; *361*
Nebenfruchtformen 191, 242
Nebenkrone (i. allg.) 478
— (bei Caryophyllaceen) 590
— (der Amaryllidaceen) 872; *872*
Nebenperigon 478
Nebenrippen (der Umbelliferenfrucht) 751; *752*
Neb-Neb 678
Neckera 302; *302*
Neckeraceae 301; *302*
Nectandra 615; *479*
Nectarium 398
Nectria 210
Negerhirse 901
Nekriden 78
Nektarium 398
Nelke (*Dianthus*) 590
— Gewürz- (*Caryophyllus*) 695
Nelkenöl 695
Nelkenpfeffer 695
Nelkenzimt 615
Nelsonia 802
Nelsonieae 802
Nelumbo 623; *473, 622*
Nelumboideae 623
Nemalion 142; *135*
Nemalionales 140; 138; *135, 136, 141*
Nemastoma 144
Nemastomataceae 144
Nematocaceae 303
Nemophila 781
Neocracca 681
Neo-Lamarckismus 41
Neomeris 167; *168*
Neottia 915; 909; *909*
Nepenthaceae 624; *624*
Nepenthes 626; 483, 625; *24, 624*
Nepeta 806
Nephelium 732; 731
Nephrodium 380
— siehe auch *Dryopteris*
Nephrolepis 380; 369
Nephroma 252
Nephrophyllum 779
Neptunia 677
Nereocystis 126; *125*
Nerium 814; *510, 812*
Nertera 825
Neslia 637
— siehe auch *Vogelia*
Neugewürz 695
Neurada 674
Neuradoideae 674
Neuropteris 393; *390*
Neuseeländer Spinat 582
Neuseeländischer Flachs 868
Neuwiedia 915; 908
Nicandra 785
Nicandreae 785
Nichtumkehrbarkeit der Entwicklung 27
Nicotiana 786; 785; *776, 785*; W.: 200, 794
Nidulariaceae 241; 239; *238*
Nidularium 880; *878*
Niederblätter *24*
Nießholz 726
Nießwurz 618
Nigella 619; *507*
Nigeröl 845
Nikotin 786
Nipa 926; 919; *923*
Nipoideae 926; 933, 936
Niphobolus 381
Nischenblätter 367, 381, 815; *368*
Nischen-Flachsprosse 586
Nitella 172; 170; *170, 171*
Nitophyllum 143; *141*
Nitraria 721
Nitrifikation des Bodens 84, 91
Nitrifizierende Bakterien 84, 91
Nitzschia 110; 106
Nixenblume 623
Njamplungöl 659
Noisette-Rose 674
Nolana 784
Nolanaceae 784, 785; 809
Nolina 864
Nomenklatur 16
Nonnea 784
Nopalea 587
Norantea 656
Norfolktanne 449
Normaltypus der Embryosackbildung 489, 492, 494; *489, 493*
Nostoc 80; *77*; S.: 162, 250, 309, 702
Nostocaceae 80; *77*
— als Flechtensymbionten 252
Nothofagus 547
Notholaena 381
Notorrhizae 635
Notothylas 318; *318*
Nucellarembryonen 400, 503, 505; *506*
Nucellus 397; 265, 391, 407; *408, 485, 488, 490*
Nukleäre Endospermbildung 505; *507*
Nulliporenkalk 139
Nummularia 214
Nuphar 623
Nuß (als Fruchtform) 514
— (von *Juglans*) 551
— brasilianische (*Bertholletia*) 693
— Hickory- (*Carya*) 551
— maledivische (*Lodoicea*) 924
Nußbaum 551
Nußöl 551
Nuytsia 567
Nuzellarembryonen 400, 503, 505; *506*
Nuzellus 397; 265, 391, 407; *408, 485, 488, 490*
Nyctaginaceae 579; 541
Nyctalis 234
Nymphaea 623; *479, 622*
Nymphaeaceae 621; 517, 518, 603, 622, 625, 655, 850, 851; *517, 622*
Nymphaeoideae 623
Nymphoides 812
Nyssa 691
Nyssaceae 691

Oak 547
Obdiplostemonie 474
Oberblätter (der Lebermoose) 308
Oberhaut 320
Oberschlächtige Blätter (bei Lebermoosen) 313
Oberständiges Gynöceum 395
Obligate Parasiten 84
— Saprophyten 84
Obstwein-Bereitung 198
Obturator 527, 591, 594; *595*
Ochlandra 893
Ochna 655; *654*
Ochnaceae 653; 644, 652, 655, 763; *654*
Ochradenus 638
Ochrea (der Palmen) 919; *921*
— (der Polygonaceen) 573, 574; *573*
Ochrolechia 254; *251*
Ocimoideae 807
Ocimum 807
Ocotilla 641
Octaviana 240
Octocnemataceae 567
Odonthalia 143
Odontia 231
Odontites 789
Odontoglossum 916
Odontopus 467
Odontospermum 844; *846*
Oeder G. C. 4
Oedipodiaceae 297
Oedipodium 297
Oedogoniaceae 159; *158*, *159*
Oedogonium 159; *22*, *158*, *159*; W.: 180; *177*
Öffnungskappe der Laubmoos-Antheridien 287
Ökologie der Blüte 398, 497
— der Frucht 400, 512
— des Samens 400, 511; *510*
Ölbaum 821
Ölhyphen 246
Ölkanäle (der Umbelliferenfrucht) 751; *752*
Ölkörper (der Lebermoose) 309
Ölpalmen 924
Ölweide 688
Ölzellen (der Lebermoose) 310
Oenanthe 753; *752*
Oenocarpus 924
Oenone *667*
Oenothera 699; 42, 52, 494; *43*, *44*, *483*, *698*
Oenotheraceae 698; 492, 701; *698*, *699*, *700*
Offene Leitbündel 320
Oidium 174, 187, 230, 242, 248
Oidium 199, 200; 242
Okenia 579
Olacaceae 567; 488, 564
Olea 821; *820*
Oleaceae 819; 738, 822; *820*
Oleander 814
Oleandra 380
Oleandreae 380; 373
Olearia 844
Oleaster 821
Oleum ....., siehe unter dem zweiten Wort
Olibanum 725
Oligotrichum 300
Olinia 686
Oliniaceae 686
Oliven(-Öl) 821
Olpidiaceae 178; *177*
Olpidium 179; *177*
Oltmanns F. 9
Omphalocarpum 775
Omphalodes 784; *782*
Oncidium 916; 911, 913, 915; *910*, *912*
Oncoba 646
Onobrychis 684; 679; *680*; W.: 205
Onoclea 380; 369
Onocleeae 380
Onocleinae 373
Ononis 684; 680
Onosma 784; *782*
Ontogenese 27
Onygena 200
Onygenaceae 200
Ooblastemfaden 137; *138*
Oocardium 113
Oocarpon 699
Oocystaceae 153
Oocystis 154
Oogonium (bei Phaeophyten) 117, 127, 128; *122*, *124*, *127*
— (bei Chlorophyceen) 146, 147, 170, 172; *158*, *160*, *161*, *163*, *170*, *171*
Oogonium (bei Pilzen) 174, 181, 191; *181*, *182*, *183*, *184*, *185*, *186*, *187*, *194*
Oolith 79; *79*
Oomycetes 181; 175; *183*, *184*, *185*, *186*, *187*
Oospora 242
Oospore (der Chlorophyceen) 146, 147, 172; *158*, *161*, *163*, *171*
— (bei Pilzen) 177, 181; *177*, *181*, *182*, *185*, *187*
— siehe auch Oogonium
Opegrapha 251
Operculum 291
Ophiocytiaceae 152
Ophiocytium 152; 148
Ophioglossaceae 358; 264; *357*, *358*, *359*
Ophioglossales 356; 325, 360
Ophioglossum 358; *358*, *359*
Ophiopogon 870
Ophiopogonoideae 870; 871
Ophrydeae 915; 914
Ophrys 915; 911; *912*
Opiliaceae 567
Opium 631
Oppositifoliae 538
Opsi-Uredineae 222
Opuntia 586; *575*, *583*, *584*
Opuntioideae 586
Orange 724
Orangenbaum, siehe auch *Citrus*
Orcheomyces 909; *909*
Orchidaceae 907; 483, 509, 883; *909*, *910*, *911*, *912*, *914*
Orchis 915; 911; *910*, *912*
Ordnung 13, 17
Ordo 13
Oreodoxa 924
Oreomyrrhis 748
Oreoweisia 293
Organ-Differenzierung 23
— — siehe auch Organgliederung
Organe, analoge 21, 22; *22*
— funktionlose 25, 486
— homologe (Begriff derselben) 21, 23; *24*
— homologe, der Cormophyten 261, 274, 275
— reduzierte 486
— rückgebildete 25

Organe, rudimentäre 25; *26*
Organgliederung (der Phaeophyten) 115
— (der Cormophyten i. allg.) 259, 278
— (der Bryophyten) 277, 280
— (der Pteridophyten) 278, 320
— (der Angiospermen) 467, 468
Organisationshöhe 23, 25
Organisationsmerkmale 45, 46, 58
Organographischer Vergleich 21
Origanum 806
Orlaya 753; *752*
Orlean 640
Ornithidium 913
Ornithocercus 101; *98*
Ornithogalum 869; W.: 225
Ornithogame Pflanzen 398
Ornithopus 685
Orobanchaceae 794; 509, 788, 796; *776*, *795*
Orobanche 794; 57; *776*, *795*
Orontium 930
Orseille 251
— Erd-O. 254
Orthoploceae 635
Orthopterygium 549
Orthostemon 695
Orthotrichaceae 296; *289*
Orthotrichum 296
Orthotrope Samenanlage 397
Oryza 898; *896*, *899*
Oryzeae 898; *895*
Oscillaria 80
Oscillatoria 80; 79; *77*
Oscillatoriaceae 80; 83; *76*, *77*
Oserya *667*
Osmunda 375; *269*, *321*
Osmundaceae 374; 355, 372; *269*, *321*, *374*
Ostafrikanisches Sandelholz 566
Osterluzei 609
Ostindisches Arrow-root 906
— Eisenholz 659
— Sandelholz 685
Ostreion *202*
Ostrya *545*
Osyris 565, 566
Otidea 203
Otozamites 428
Ottelia 857
Ottoa 748
Ouratea 655; *654*
Ovarium 397, 484
Ovularia 242
Ovularschuppe 439
Ovularwulst 439
Ovulum 396
Oxalidaceae 715; *716*
Oxalis 717; 716; *716*
Oxyrrhynchium 304; *302*
Oxytropis 679
Ozonium 234

Pachyma 230
Pachynema 653
Pachypodium 814
Pachyrrhizus 684
Pachysandra 599
Pachytesta 393
Padina 123; 118; *123*
Paeonia 618; *473*
Paeoniaceae 618 (Fußnote)
Paeonieae 618
Paepalanthus 886; *887*
Paläobotanik (Phytopaläontologie) 19, 20
— siehe auch Fossile .....
Palaeostachya 352; *351*
Palaquium 775; *774*
Paleae haemostaticae 379
Palea inferior 892; *893*
— superior 892; *893*
Palembang-Benzoëharz 773
Palisanderholz 798
Paliurus 741; *740*
Pallavicinia 314
Palmae 917; 926, 933; *918*, *920*, *921*, *922*, *923*, *925*, *926*
Palmella(-Stadium) 149
Palmiettschilf 877
Palmwein 921, 924
Palmyra-Palme 924
Paludella 299
Pampasgras 898
Panama-Hüte 927
Panax 747
Pancratium 872
Panda 715
Pandaceae 715
Pandales 715
Pandanaceae 934; 917, 933, 937; *934*, *935*, *936*
Pandanales 933; 851, 852, 916, 917
Pandanus 936; 492, 935; *934*, *935*
Pandorina 151; *150*
Pangium 646
Paniceae 901; 895
Panicula 470
Panicum 901; 894; W.: 219
Pannaria 252; *254*
Pannariaceae 252; *254*
Pantoffelblume 790
Pantostomatineae 66; 69; *65*, *66*
Papain 650
Papaver 631; 513; *514*, *630*
Papaveraceae 629; 620, 628, 633, 638; *629*, *630*, *631*
Papaveroideae 631; 630
Papayaceae 648
Paphiopedilum 915
Papier 554, 687, 747, 891, 898
Papilionaceae 678; 675, 677, 686, 779, 794; *679*, *680*, *681*, *682*, *683*; W.: 186, 200, 205, 225 (siehe auch *Phaseolus*, *Pisum*, *Trifolium* usw.)
Papilionatae 682; 677, 680
Papillaria 302
Pappel 551
— siehe auch *Populus*
Pappelknospenbalsam 552
Pappelrose 706
Pappus 476, 828, 842, 843; *827*, *840*
Paprika 786
Paradiesapfel 786
Paradieskörner 906
Paraguay-Tee 736
Para-Kautschuk 596
Parakorolle 478
Paramaecium S.: 154
Paranuß 693
Paraphysen (bei Fucaceen) 127; *127*
— (der Pilze) 191, 230, 246; *191*, *194*, *195*, *202*, *203*, *213*, *229*, *245*
— (der Bryophyten) 281, 287; *288*
— (bei Farnen) 369

Parasiten 83
— fakultative 84
— obligate 84
Parasitische Flagellaten 65, 67
— Schizomyceten 83
— Peridinieen 100
— Phaeophyten 119, 120
— Rhodophyten 139
— Chlorophyceen 147, 152, 158
— Pilze 174, 176
Parasitismus, reziproker 91
— Spezialisierung desselben 225
Parasolpilz 235
Pareira brava 616
Parentalgeneration 47
Parichnos 341, 354
Parichnosnarbe 341
Parideae 866
Parietale Plazentation 485; *486*
Parietales 638; 586, 603, 629, 633, 652, 704, 755, 831
Parietaria 560; *534*
Paris 870; 862; *850*, *864*
Parkeriaceae 381; *267*
Parmelia 255; *195*, *247*, *255*
Parmeliaceae 254; *195*, *247*, *255*
Parmeliella 252
Parmularia *202*
Parnassia 664
Parnassioideae 664
Paronychia 590; *575*
Paronychioideae 590; 589
Parrotia 601; *600*
Parthenocissus 744
Parthenogenese (bei Conjugaten) 111
— (bei Phaeophyten) 123
— (bei Chlorophyceen) 147
— (bei Pilzen) 174, 183, 184, 187
— (bei Blütenpflanzen) 400, 503; *506*
— generative 504
— somatische 504
Parthenogenesis siehe Parthenogenese
Parthenokarpie 400, 511
Pasania 547
Paspalum 901
Passiflora 648; *510*, *647*
Passifloraceae 647; 648, 650, 830, 831; *647*
Passionsblume 648
Pasta Guarana 732
Pastinaca 754
Pastinak 754
Patchuli, Folia P. 806
Patellariaceae 205
Paternostererbse 684
Patersonia 876
Pathogene Schizomyceten 83, 89, 90, 91, 92
— Pilze (für Menschen) 189, 200, 242
Patrinia 828
Paullinia 732; 731; *732*
Paulownia 790; 789; *788*
Pavetta 823
Pavonia 706; 705; *703*
Paxillus 234
Payena 775; *774*
Payer J. B. 7
Pechkiefer 453
Pectis 845
Pedaliaceae 799; 788; *800*
Pediastrum 152; *154*
Pedicularis 791; *788*
Pedilanthus 596; 595
Peganum 721
Peireskia 586; *583*
Peireskioideae 586
Pelargonium 718; *717*; W.: 779
Pelecyphora 587
Pellia 314
Peltaria 635
Peltigera 252; *247*, *254*
Peltigeraceae 252; *247*, *254*
Peltogyne *680*
Peltolepis 315
Pemphigus 730
Pemphigus-Galle auf *Pistacia* *729*
Penaea 686; 492, 494
Penaeaceae 686
Penang-Benzoëharz 773
Penghawar Djambi 379
Penicilliopsis 200
Penicillium 200; *201*
Penicillus 164; *165*
Penium 113
Pennatae 109; 96, 106; *101*, *102*, *105*, *109*
Pennisetum 901
Pensée 646
Pentacyclicae 756
Pentadesma 659
Pentaphylacaceae 739
Pentaphylax 739
Pentastemon 790; *788*
Pentazyklische Blüten 473
Penthoraceae 663
Penthorum 663
Peperomia 562; 492; *491*, *561*
Peperomia-Typus der Embryosackbildung 492, 494; *491*, *492*, *493*
Peplis 688
Perezia 847
Perianth (i. allg.) 394
— (bei Gymnospermen) 403, 424, 429, 438, 456, 457, 459, 463, 464, 466; *426*, *427*, *430*, *443*, *453*, *457*, *461*, *464*
— (der Angiospermen) 475
— Herkunft des doppelten P. 531, 532; *529*
Perianthblätter 475
Perianthium, siehe Perianth
Pericarpium 512
Perichaetialblätter 287
Perichaetium 280; *312*
Pericladium 478
Periconia *243*
Peridermium 226, 227
Peridie 199, 200, 208, 236; *237*, *238*, *240*
Peridiniaceae 101; *98*
Peridinieae 97; 61, 96, 106, 107, 113; *98*, *99*
Peridinieen, heterotrophe 96
Peridinin 97
Peridinium 101
Peridiolen 239, 241; *238*
Perigon 395, 475
Perikarp 512
Perine (der Bryophyten) 282
— (der Pteridophyten) 322
Perioden der Entwicklung der systematischen Botanik 1
Periplasma (bei Peronosporineen) 184; *187*
Periplasmodium 482
Periploca 817; 815; *816*
Periplocoideae 817
Perisperm 400, 511; *510*

Perisporiaceae 200
Perisporiales 198; *199*
Perisporium 200
Peristom 291; *292*, *294*, *302*
Perithecium 208, 246, 249; *211*, *213*, *215*, *250*
Peritriche Schizomyceten 83; *83*, *89*
Perizonium 107
Perlmoos 142
Pernettya 769; *767*
Peronospora 186; 184; *185*, *186*
Peronosporaceae 185; *185*, *186*
Peronospora-Krankheit (des Weinstockes) 186, 744
Peronosporineae 184; *185*, *186*, *187*
Persea 615
Persicariaceae 573
Persimmon-Holz 772
Persische Manna 685
Persisches Insektenpulver 846
Persistierender Kelch 476
Persoon Chr. 3
Pertusaria 254
Pertusariaceae 254
Peru-Balsam 683
Perückenbaum 730
Pest (Beulenpest) 90
Pestalozzia 242
Petagnia 753; 749; *751*
Petalen 395, 475, 476
— Herkunft derselben 531, 532; *529*
Petalonia 120; *120*
Petalum, siehe Petalen
Petasites 846
Petastoma *798*
Petersilie 753; W.: 243
Petiveria 579
Petraea 802
Petroselinum 753; W.: 243
Petunia 787
Peucedaneae 754
Peucedanum 754
Peumus 613
Peyritschiella 216
Peyritschiellaceae 216
Peyssonelia 144
Peziza *191*
Pezizaceae 203; *204*
Pezizineae 203; 207; *194*, *204*, *206*; S.: 252
Pfaffenkäppchen 737
Pfeffer (*Piper*) 562
— spanischer (*Capsicum*) 786
Pfefferkraut 806
Pfefferschwamm 235
Pfeifenblume 609
Pfeifenstrauch 665
Pfeilkraut 855
Pferdebohne 684
Pferdefeigen 581
Pferdefleischholz (v. *Casuarina*) 543
— (v. *Mimusops*) 775
Pfifferling 234
Pfingstrose 618
Pfirsich 675
Pfirsichbaum, siehe auch *Prunus*
Pflanzengeographie 19, 32, 55
Pflanzenstamm, s. Stamm
Pflanzensystem, s. System
Pflaume (*Prunus*) 675
— chinesische (*Litchi*) 732
Pflaumenbaum, siehe auch *Prunus*
Pfropfbastarde, Pfropfhybriden 674, 684, 786
Phacelia 781
Phacidia 214
Phacidiineae 202; *203*; S.: 251
Phacidium 202
Phacotaceae 149
Phacotus 149
Phacus 68; *66*
Phänotypus 16
Phaeographis 251
Phaeophila 158
Phäophyll 61, 102, 115
Phaeophyta 115; 19, 61, 62, 64, 158, 260, 283
Phäophyten, fossile 119
— parasitische 119, 120
Phaeosporales 119; *120*
Phajus 916; *912*
Phalaenopsis 916
Phalarideae 901; 895
Phalaris 901
Phallaceae 242; 239; *240*, *241*
Phallogaster 240
Phallus 242; *22*, *240*, *241*
Phanerogamae, Phanerogamen 62, 393
Phascum 296; *288*, *294*
Phase 36
— diploide 36
— haploide 36
Phasenwechsel (i. allg.) 36; *36*, *37*
— (bei Rhodophyten) 138
— (im Tierreich) 38, 39
Phaseoleae 684
Phaseolus 684; W.: 205, 225, 242
Phelipaea 794
Phellodendron 724
Philadelphus 664; 745; *662*
Phillyrea *820*
Philodendroideae 930
Philodendron 930
„*Philodendron*“ (*Monstera*) 930
Philonotis 299
Philydraceae 871
Philydrum 871
Phlebomorpha 71
Phleum 901; *896*
Phloëm (der Pteridophyten) 320
Phlomis 806; *804*
Phlox 780; *776*
Phoenix 921; *513*, *850*, *920*, *922*
Pholidia 807
Pholiota 235
Pholisma 781; *781*
Phoma 243; 214; *243*
Phoradendron 570; *568*
Phormidium 80; 79
Phormium 868; 866
Phragmidium 225; *221*, *223*
Phragmites 898; 894, 895; W.: 225
Phrygilanthus 567
Phryma 807
Phrymaceae 807
Phthirusa 570; *568*
Phycocelis 119
Phycocyan 60, 75, 78
Phycoërythrin 61, 131
Phycomyces *188*
Phycomycetes 176; 174, 175, 195, 196, 249
Phycopeltis 158
Phycopyrrin 61, 97

Phykoërythrin 61, 131
Phykopyrrin 61, 97
Phykozyan 60, 75, 78
Phyllachora 212
Phyllactidium 250
Phyllactinia 200
Phyllanthoideae 596; 598
Phyllanthus 596; 593
Phyllitis (Braunalge) 120; *120*
— (Farn) 381; 369; *371*, *379*
Phyllobium 152; 147
Phyllobotryum 646
Phyllocactus 587
Phyllocladium, siehe Phyllokladien
Phyllocladus 445; *440*, *444*
Phylloclinium 646
Phyllodien 677, 716
— -Charakter der Monocotyledonen-Blätter 851
Phylloglossum 333; *332*
Phylloid (der Phaeophyten) 115; *125*, *128*
— (bei Chlorophyceen) 164; *165*
Phyllokladien 445, 596, 866, 869; *868*, *869*
Phyllonema 664
Phylloporina 250
Phyllosiphon 147
Phyllosiphonaceae 161; 175
Phyllospadix 861
Phyllostachys 898
Phyllotheca 350
Phylloxera P.: 743
Phylogenetische Ableitung der Angiospermenblüte 528; *529*
— — des Embryosackes 495; *496*
— — des Pollenschlauchwachstums 525; *526*
— — siehe auch Phylogenie
Phylogenetische Entwicklung des Pflanzenreiches, Bedeutung des Generationswechsels für dieselbe 34
— — und Formneubildung 39
Phylogenetische Systematik 7
— — Grundlage derselben 11
Phylogenetische Systematik, Methoden derselben 19
— — Prinzipien derselben 11
— — Ziel derselben 11
Phylogenetische Systeme 3, 7
Phylogenie des Pflanzenreiches 62
— der Cormophyten i. allg. 260, 275
— der Bryophyten 282, 290, 311
— der Pteridophyten 322, 355, 389
— der Gymospermen 412, 423, 428, 442
— der Angiospermen 515, 525, 528, 536, 537, 849
— siehe auch unter den einzelnen Stämmen, Klassen, Reihen usw.
Phylum 13
Physalis 786; *785*
Physarum 73; *72*
Physcia 256; *195*
Physciaceae 256; *195*
Physcomitrium 297
Physiologische Chemie 34
Physma 252; *245*
Physocalymma 688
Physostegia *507*
Physostigma 684
Physostoma 393; *392*
Phytelephantoideae 926; 933, 936
Phytelephas 926; 919; *926*
Phyteuma 836; *836*
Phytocrenaceae 739
Phytocrene 739; *510*
Phytodiniaceae 100
Phytodinium 100
Phytolacca 579; *575*
Phytolaccaceae 578; 580, 588; *575*
Phytomonadina 67 (Fußnote)
Phytomyxineae 69, 180
Phytopaläontologie 19, 20
— siehe auch Fossile.....
Phytophthora 185; *185*
Phytophysa 161
Phytoplankton, siehe Plankton
Piassave(-Fasern) (von *Borassus*) 924
— afrikanische (v. *Raphia*) 924
Piassave(-Fasern), brasilianische (v. *Attalea*) 924
Picea 450; 570; *57*, *263*, *267*, *269*, *437*, *449*, *452*, *453*; W.: 202, 225; *224*
Picrasma 725
Pigmentfleck, siehe Augenfleck
Pignoli 453
Pilacre 228
Pilea 560; W.: 161
Pilobolus 189; *188*
Pilocarpus 724
Pilocereus 587
Pilostyles 611; *612*
Pilotrichaceae 303
Pilotrichella 302
Pilotrichum 303
Pilularia 385; 384; *269*, *385*
Pilzblumen 241
Pilze 63, 69, 81, 173; 147
— im engeren Sinn 173, 176
— endobiotische 175
— epibiotische 175
— eßbare, siehe Eßbare P.
— fossile 176
— giftige, siehe Giftige Pilze
— parasitische 174, 176
— saprophytische 174, 176
— symbiotische 175, 176, 244
Pilzkrebs 210
Pilzling 233
Pilzsymbiose von Prothallien 319, 331, 342, 356, 360; *329*, *357*
Piment 695
— von Jamaika 695
— mexikanisches 695
Pimenta 695
Pimpernuß 738
Pimpinella 753; *26*
Pinellia 929
Piney-Tallow 660
Pinguicula 794; 509, 793; *479*, *793*
Pinie 452
Pinnularia 110; 104; *101*, *105*
Pinselschimmel 200
Pinus 451; 438, 570; *405*, *408*, *436*, *437*, *439*, *441*, *449*, *452*, *454*, *455*; W.: 202, 205, 224, 226, 227, 233; *224*

Pipal 555
Piper 562; 494; *510, 561*
Piperaceae 562; *561*
Piperales 561; 535
Piptocephalidaceae 189; *188*
Piptocephalis 189
Piriqueta 646
Pirola 766; *479, 765*
Pirolaceae 765; *765*
Piroloideae 766
Pirus 674; *672, 673*; W.: 205, 214, 225, 242
Pisang 904
Pisolithus 239
Pistacia 730; *729, 730*
Pistazien(mandeln) 730
Pistia 932; 933; *931*
Pistill 398
Pistillaria 231
Pistioideae 932
Pisum 684; W.: 186, 200, 225, 243
Pitcairnia 880
Pitch-Pine-Holz 453
Pite (v. *Agave*) 874
— (v. *Fourcroya*) 874
Pithecoctenium 510
Pithecolobium 678
Pithophora 168
Pittosporaceae 666; 665, 755; *666*
Pittosporum 666; *666*
Pityriasis 242
Placenta 397; *486, 490*
Placentation 397, 485, 533, 535; *486, 534*
Placodium 247
Plagiocheilus 840
Plagiochila 313, 314
Plagiogramma 110
Plagiopus 299
Plagiothecium 302
Planera 559; *558*
Plankton 79, 100, 105, 106, 152, 154; *98, 106, 150, 153, 154* u. a.
Planococcus 89; *83*
Planosarcina 89
Plantaginaceae 807
Plantago 808; *512*
Plasma, extramembranöses 97
Plasmodiocarpium 71
Plasmodiophora 180; *179, 180*
Plasmodiophoraceae 179; *179, 180*
Plasmodium 70; *70*
Plasmodium 74
Plasmopara 185; P.: 744
Plastysma 247
Platanaceae 602; *600*
Platane 602
Platanthera 915
Platanus 602; *600*
Plattenkultur 86; *86, 87*
Platycerium 381; *368*
Platycodon 837
Platygyrium 302
Platystemon 630
Plazenta 397; *486, 490*
Plazentation 397, 485, 533, 535; *486, 534*
Plectascales 200; *201*
Plectobasidii 237; *237*
Plectocomia 919
Plectonema 80; *77*
Plectospora 245
Plectranthus 807
Plectritis 828
Plectronia 825
Pleiochasium 470, 472; *471*
Plektenchym 174
Pleonandrae 915; 907
Pleospora 212; *213*
Pleura (Gürtelband) 103
Pleuranthe 916
Pleuridium 295
Pleurocarpi 301; *302*
Pleurocladia 119
Pleurococcaceae 152; *152*; S.: 245
Pleurococcus 152; 147; *152*
— als Flechtensymbiont 249, 253
Pleurodium 293
Pleurokarpe Laubmoose 301; *302*
Pleuromeia 354
Pleurophascaceae 301
Pleurorrhizae 635
Pleurosigma 110; *102, 103*
Pleurotaenium 113
Pleurothallis 916; 913; *912*
Plinius 1
Plicaria 203; *204*
Plocamium 143
Plukenetia 595
Plumaria 143; *132*
Plumbagella 759; 492, 494; *757*
— -Typus der Embryosackbildung 492; *493*
Plumbaginaceae 757; 755; *757, 758, 759*
Plumbaginales 756; 487, 590, 755, 759, 831
Plumbaginoideae 759
Plumbago 759; *758*
Plumiera 812
Plumieroideae 814
Plumula 400, 508
Plurilokulares Sporangium (bei Phaeophyten) 123; *122*
Poa 898; 894, 895; *896*
Pockholz 721
Podalyria 683
Podalyrieae 683
Podaxaceae 240
Podaxon 241; 237
Podetium 246, 253; *253, 255*
Podocarpeae 445
Podocarpus 445; 407, 413, 438; *407, 440, 443*
Podophylloideae 621
Podophyllum 621; 541; *517*
Podophyllumharz 621
Podosphaera 200; *199*
Podostemon 669; *667*
Podostemonaceae 666; 59, 492, 505; *667, 668*
Poecilandra 654
Pogonatum 300
Pogostemon 806
Pohlia 298
Poinsettia 596
Polanisia 633; *629*
Polemoniaceae 779; 775, 809; *776*
Polemonium 780; *776*
Polianthes 874
Polierschiefer 106
Polkerne 397, 490; *488, 490, 491, 492, 493, 502, 503*
Polkörperchen (im Tierreich) 494
Pollenbecher (der Goodeniaceen) 839
Pollenbildendes Gewebe 396
Pollenblatt 396, 403
— siehe auch Staubblatt
Pollenblumen 532
Pollenformen *483*

Pollenimitation 913
Pollenkammer (der *Cycadofilicinae*) 391; *392*
— (der Gymnospermen) 399, 409; *408*, *425*, *430*, *432*, *457*
Pollenkorn (i. allg.) 396
— (der Gymnospermen) 268, 272, 406, 421, 429, 433, 438, 457; *267*, *405*, *407*, *420*, *430*, *433*, *466*
— (der Angiospermen) 268, 482; *267*, *481*, *483*, *484*, *498*
Pollenkornbildung, simultane und sukzedane 482
Pollenmassen (Massulae) 483
Pollenmutterzelle 482; *481*
Pollensack (i. allg.) 394, 396
— (der Gymnospermen) 265, 272, 403, 404
— (der Angiospermen) 273, 478, 480, 482; *272*, *480*, *481*
Pollenschlauch (i. allg.) 261, 268, 394, 399
— (der Gymnospermen) 406, 409, 415; *267*, *268*, *405*, *406*, *408*, *420*, *433*, *496*
— (der Angiospermen) 497, 526, 527; *267*, *490*, *496*, *498*, *499*, *500*, *501*, *526*
Pollenschlauchkern 406, 457; *405*, *407*, *408*, *420*
Pollenschlauchwachstum, Ableitung dess. 525; *526*
Pollentetraden 483
Pollenübertragung 398
Pollenzelle, generative 483
— vegetative 483
Pollinarium (der Orchidaceen) 913; *912*
Pollinationstropfen 409, 441, 461, 467
Pollinium (Begriff desselben) 483
— (der Asclepiadaceen) 815, 818; *816*
— (der Orchidaceen) 913; *912*
Polnischer Weizen 900
Polyadelphische Staubgefäße 481
Polyalthia 605, 606
Polyangium 95
Polyblastia 249
Polyblepharidaceae 149
Polyblepharis 149
Polybotrya *370*
Polycardia 737
Polycarpaea 590
Polycarpicae 602
— Ableitungsversuch von den *Bennettitinae* 522; *522*, *523*
— Ableitung von den *Hamamelidales* 601
— als primitive Gruppe der Dicotyledonen 520, 522, 524, 525
— als Vorfahren anderer Dicotyledonen 628, 630, 652, 655, 661, 705
— als Vorfahren der Monocotyledonen 517, 518, 524, 849, 850, 851, 852, 862; *517*
— Entwicklung der Blüte 535, 536
— fossile 525
Polychidium 252
Polyciliate Spermatozoiden (bei Cormophyten) 319, 325, 344, 354, 407, 413, 422, 434; *343*, *348*, *357*, *364*, *365*, *406*, *421*, *433*
Polyeder (der Hydrodictyaceen) 152; *154*
Polyembryonie 504; 490
Polyenergide Zelle 161
Polygala 728; *727*, *728*
Polygalaceae 727; 722, 728; *727*, *728*
Polygame Pflanzen 398
Polygonaceae 573; *573*; W.: 225
Polygonales 573; 536
Polygonatum 870; *864*
Polygonum 574; *573*
Polyöcische Pflanzen 398
Polypetalae 540
Polyphagus 180
Polyphyletische Entwicklung 17
Polypodiaceae 379; 372, 374; *262*, *263*, *269*, *272*, *282*, *319*, *321*, *362*, *363*, *364*, *365*, *366*, *368*, *370*, *371*, *372*, *373*, *379*, *380*
Polypodieae 381
Polypodium 381; *363*, *370*, *371*, *379*
Polypompholyx 794
Polyporaceae 231; 176, 230; *232*
Polyporineae 230 (Fußnote)
Polyporus 233; *232*
Polyrrhiza 911
Polysiphonia 143; 133; *133*
Polysphondylium 74; *73*
Polystachya 913
Polystichum 380; 369
Polystictus 233
Polystigma 211
Polytoma 149; 175
Polytrichaceae 300; 291; *286*, *288*, *292*, *294*
Polytrichum 300; 287; *288*, *292*, *294*
Polyziliat, siehe Polyciliat
Polyzonia *141*
Pomeranze 724
Pomoideae 674; *673*; W.: 225 (siehe auch *Malus*, *Pirus* usw.)
Pompelmus 724
Pompholyx 239
Pontederia 871
Pontederiaceae 870; 862
Popowia *479*
Populus 551; *552*; W.: 205, 227; *566*
Porantheroideae 598
Porenapparat (der Bacillarieen) 104; *103*
— (der Conjugaten) 110, 111; *112*
Porenkapsel 515; 513; *514*
Poria 231
Porina 249
Porlieria 721; *720*
Porogamie 498, 527; *490*, *496*, *507*, *526*
Poroxylon 431
Porphyra 140; *134*, *141*
Porre 868
Porst 769
Portulaca 588; *575*
Portulacaceae 588; *575*
Posidonia 860
Posoqueria 825
Potamogeton 860; *859*; W.: 152

Potamogetonaceae 859; *859, 860*
Potentilla 671; *53*
Poterium 673
Pothoideae 930; 929
Pothos 930
Pottia 296
Pottiaceae 296; *286, 288, 292, 294*
Pottieae 296
Prangos 753
Prasioideae 806
Prasiola 156
Prasium 806
Preißelbeere 769
Preissia 316
Prescottia *910*
Preßhefe 198
Primärer Embryosackkern 490; *488, 489*
Primäres Endosperm (der Gymnospermen) 265, 397, 407; *263, 273, 408*
— Rhizoid 262, 264; *263*
Primäre Wurzel (der Pteridophyten) 320, 367; *319*
Primofilices 355
Primula 762; 49, 761, 792; *761, 762*
Primulaceae 760; 755, 759, 763; *761, 762*
Primulales 759; 487, 590, 754, 755, 756, 757, 792
Pringlea 637
Pringleeae 637
Pringsheim N. 7
Pringsheimia 158
Prinzipien der phylogenetischen Systematik 11
Prionium 877
Prionodontaceae 301
Pritchardia 924
Proboscidea 800; *776, 800*
Proëmbryo (der Gymnospermen) 410; *408*
— (der Angiospermen) 506; *508*
Proëmbryonale Generation 261
Progression 23
Prokaulom 766
Promycelium 218, 221, 230; *218, 221, 226*
Pronuba 866
Propolis 202; *203*
Prorocentraceae 100; *98*
Prorocentrum 100
Proserpinaca 701
Prosopanche 612
Prostanthera 806
Prostantheroideae 806
Protea 564
Proteaceae 563; 509; *563, 564, 565*
Proteales 563; 536, 564
Prothallium der Pteridophyten 264, 266, 318; *263, 267, 329, 335, 337, 340, 342, 343, 347, 348, 357, 358, 361, 362, 363, 366, 382, 383, 386, 387*
— — — mit symbiotischem Pilzmyzelium 319, 331, 342, 356, 360; *329, 357*
— der Gymnospermen (primäres Endosperm) 265, 407; *263, 273, 408, 465, 496*
Prothalliumzellen in der Mikrospore von Pteridophyten 266, 267; *267*
— im Pollenkorn der Gymnospermen 268, 406, 457; *405, 406, 407, 420, 433*
Protium 725
Protoasci 197; 195; *192, 196, 197*
Protobasidie 216
Protobasidii 227
Protocalamites 352
Protocaliciaceae 202; S.: 250
Protococcaceae 152; *153*
Protococcales 151; 148, 175; *151, 152, 153, 154*
Protokorm (der *Lycopodiinae*) 331, 334; *329*
— (bei Angiospermen) 509, 643, 909; *909*
Protomastigineae 67; *66, 67*
Protomonadina 66 (Fußnote)
Protomyces 197; *196*
Protonema 262, 280, 284, 303, 304, 306, 307; *263, 283, 284, 298, 303, 305, 308*
Protopityeae 393
Protosiphon 161; 165; *162*
Protosiphonaceae 161; *162*
Prototheca 154; 175
Protozoen 19, 64, 69, 74, 91
Provenzalischer Sumach 739
Prunella 806; *804*
Prunoideae 674; 670, 675
Prunus 674; 513; *514, 672*; W.: 205, 280, 211, 214, 225; *208, 209, 213*
Psalliota 235
Psaronius 360
Pseudanthienlehre 524
Pseudanthium 472, 530, 890
Pseudobornia 346
Pseudoborniaceae 346
Pseudoborniales 323
Pseudobulbus 911; *910*
Pseudocilien 151
Pseudoëmbryosack 505; *505*
Pseudolarix 451
Pseudoleskea 303
Pseudolpidiopsis 179; *177*
Pseudolpidium 178
Pseudomitose 77; *76*
Pseudomonas 91; 84; *83*
Pseudomonocotylen 862; *517, 850*
Pseudoparenchym 174
Pseudoperidie 221
Pseudoperigon 395, 475
Pseudoperonospora 186
Pseudopeziza 205; P.: 744
Pseudopodium (bei Flagellaten und Myxamöben) 66, 70, 71; *65, 70*
Pseudopodium (bei Mooskapseln) 287, 304, 307; *305, 306*
Pseudopyrenula 249
Pseudo-Raphe 104
Pseudosolanoideae 790
Pseudostipulae 684
Pseudotsuga 450; W.: 570
Psidium 695; *694*
Psilophytinae 326; 320, 324, 333; *327, 328*
Psilophyton 328; 326
Psilotaceae 342; *343, 344*
Psilotales 323
Psilotinae 342; 325, 333
Psilotum 344; *343, 344*
Psittacanthus 570; *568*
Psora *247*
Psoroma 252
Psorotrichia 252
Psycho-Lamarckismus 41
Psychotria 823, 826
Ptaeroxylon 726

Ptelea 724
Pteranthus 589; *590*
Pterideae 381; 373
Pteridium 381; *269*, *321*, *366*
Pteridophylloideae 631
Pteridophyllum 631; 630
Pteridophyta 318; 62, 260, 279
Pteridophyten, anatomischer Bau derselben 320; *321*, *332*, *346*, *348*, *367*
— Antheridien derselben 260, 266, 319; *267*, *329*, *337*, *343*, *348*, *357*, *358*, *362*, *364*, *383*
— Archegonien derselben 260, 269, 319; *263*, *269*, *329*, *335*, *337*, *342*, *343*, *348*, *357*, *358*, *382*, *383*, *386*, *387*
— Blatt derselben 320, 322, 323
— Blattstiel derselben *321*
— Brutorgane derselben 331, 332, 337, 345, 362, 364, 369; *330*, *363*, *373*
— Chromosomenzahl beim Generationswechsel 262; *262*
— Embryo derselben 320; *319*, *329*, *331*, *335*, *348*, *357*, *358*, *366*
— eusporangiate (Begriff derselben) 322
— fossile 324, 326, 333, 339, 345, 350, 354, 355, 358, 360, 372, 375, 385, 389; *327*, *328*, *340*, *342*, *346*, *351*, *352*, *390*, *391*, *392*
— Gametophyt derselben, siehe Prothallium
— Generationswechsel derselben 260, 264, 275, 278, 318
— heterospore 264, 266, 271, 275, 278, 322, 333, 334, 339, 350, 352, 381, 389
— isospore 266, 271, 275, 278, 322, 326, 328, 342, 345, 346, 350, 355, 362
— Leitbündel derselben 320; *321*, *332*, *348*, *367*, *370*
— leptosporangiate 322, 362
Pteridophyten, Organgliederung derselben 320
— Phylogenie derselben 322
— Prothallium derselben 264, 266, 318; *263*, *267*, *329*, *335*, *337*, *340*, *342*, *343*, *347*, *348*, *357*, *358*, *361*, *362*, *363*, *366*, *382*, *383*, *386*, *387*
— Reduktionsteilung bei denselben 271
— Samenanlagen bei denselben 326, 339, 342, 391; *337*, *340*, *391*, *392*
— Spermatozoiden derselben 260, 319; *329*, *343*, *348*, *357*, *364*, *365*
— Sporangien derselben 261, 265, 271, 321; *272*, *273*, *327* ff.
— Sporophyt derselben 320
— Sporophyt, reduzierter 364; *366*
— Stamm derselben 320; *321*, *332*, *346*, *348*, *367*, *390*
— System derselben 324
— vegetative Fortpflanzung 332, 337, 343, 354, 369; *330*, *373*
— Vorkeim derselben, siehe Prothallium
Pteridospermeae 389; 323
Pterigynandrum 302
Pteris 381; *370*, *371*
Pterisanthes 743; *742*
Pterocarpus 684; 681; *680*
Pterocarya 551; *550*
Pterocephalus 830
Pteromonas 149
Pterophyllum 428
Pteropsida 323
Pteropsiella 313
Pterospora 766
Pterostegia *573*
Pterostemon 665
Pterostemonoideae 665
Pterostylis 915
Pterygoneurum 296; *294*
Ptilidium 314
Ptilium 304
Ptilophyllum 428
Ptilophyton 328
Ptilota 143
Ptilothamnion 143
Ptychomniaceae 301
Ptychoxylon 424
Puccinia 225; 224; *220*
Pucciniaceae 224; *220*, *221*, *223*, *224*
Pugionium *637*
Pulmonaria 784
Pulque 874
Pulsatilla 619; 618; *617*
Punctaria 120
Punica 696; *696*
Punicaceae 695; 697; *696*
Purgierkörner 595
Puririholz 803
Purpurbakterien 84; 82; 88
Purpurin 826
Pusule 97; *98*
Puya 880
Pyknide 210, 222, 242, 247; *213*, *220*, *243*, *247*
Pyknokonidien 222, 247; *247*
Pylaiella 119
Pylaisia 302
Pyramidenpappel 552
Pyramidula 297
Pyramimonas 149
Pyrenidiaceae 250
Pyrenidium 250
Pyrenoid (bei Bacillarieen) *109*
— (bei Conjugaten) 111; *112*, *114*
— (bei Chlorophyceen) 146; *149*, *168*
Pyrenolichenes 249; 246; *250*
Pyrenomycetes 208; 139, 249; *210*, *211*, *213*, *214*; S.: 249
Pyrenopsidaceae 252
Pyrenopsis 252
Pyrenula 249
Pyrenulaceae 249
Pyrethri, Radix P. (*Anacyclus*) 846
Pyrethrum 846; 492, 494; *492*
Pyrodinium 100 (Fußnote)
Pyronema 203; *193*
Pyronemataceae 203; *193*
Pythiaceae 185
Pythium 185; 184

Qualea 728
Quamoclit 779; *778*
Quassia 725

Quassia(holz) 725
Quassin 725
Quebracho (Holz v. *Thouinia*) 731
— Cortex Qu. (v. *Aspidosperma*) 814
Quecke 900
Quellenmoos 301
Quercitronrinde 547
Quercus 547; *24*, *546*; W.: 205, 233, 570
Querfurche (der Peridinieen) 97
Quergeißel (der Peridinieen) 98
Querzitronrinde 547
Quesnelia *878*
Quiinaceae 656
Quillaja 671
Quillajarinde 671
Quinkunziale Knospendeckung *475*
Quisqualis 693
Quitte 674

Racemöse Infloreszenzen 469
Racemus 470
Rachiopteris 391
Radicula 400, 508
Radieschen 636
Radiola 715
Radix ..... (Droge), siehe unter dem zweiten Wort
Radula 314; 313
Raffiabast 924
Rafflesia 611; *610*
Rafflesiaceae 609; 509, 611; *610*, *612*
Raguemine 772
Rainweide 820
Rajania 881
Ralfsia 121
Ralfsiaceae 121
Ramalina 256
Rambutan 732
Ramie 560
Ramondia 797; *479*
Ramularia 242; *243*
Ranales, siehe *Polycarpicae*
Randblüten (der Compositen) 842; *840*
Randsaum (des Moosblattes) 287
Ranken, Blatt-R. 684, 780, 797, 834; *24*, *832*
Ranken, Blattscheiden-R. 870
— Blütenstands-R. 741, 742
— Faden-R. 797
— Haftscheiben-R. 742, 797; *798*
— Krallen-R. 797; *24*, *798*
— Sproß-R. 647, 742; *26*, *742*, *743*
Rankenarme 834
Rankenträger 834
Ranunculaceae 616; 488, 517, 521, 620, 621, 623, 625, 655, 754, 850, 851; *517*, *617*
Ranunculus 619; 509, 618; *502*, *517*, 534, *617*, *850*
Raoulia 845
Rapanea 763
Rapatea 877
Rapateaceae 877
Raphanus 637; 635; *637*; W.: 205
Raphe (der Bacillarieen) 103; *101*
— (am Samen) 397, 511; *510*
Raphia 924
Raphidium 154
Rapistrum 637; 635
Rapontika (*Oenothera*) 699
Raps 636
Rapunzel (*Phyteuma*) 836
Rapunzelsalat (*Valerianella*) 828
Rasamala-Baum 601
Raßling, Mai-R. 235
Ratanhiae, Radix R. 682
Rauhafer 901
Raupe, pilzbefallen *190*, *210*
Rauschbeere 770
Rauschbrand 90
Raute, Garten-, Wein- 724
— Mauer- 381
Ravenala 904; *510*, *903*
Ravenelia 225
Ray J. 2
Raygras, englisches 900
— französisches 901
Razemöse Infloreszenzen 469
Reaumuria 641
Rebe 743
Reblaus (*Phylloxera*) 743
Reboulia 315; *315*
Receptaculum (bei Gasteromyceten) 237, 239, 241, 242; *240*
Receptaculum (bei Farnen) 369, 376; *372*, *376*, *385*
— (bei Angiospermen) 395, 472; *473*
Reciproker Parasitismus 91
Red Oak 547
Reduktion der Chromatinmenge 35
Reduktionsteilung (i. allg.) 35; *36*, *37*
— (bei Myxomyceten) 71, 73
— (bei Bacillarieen) 108, 110
— (bei Conjugaten) 113
— (bei Phaeophyten) 117, 118
— (bei Rhodophyten) 138
— (bei Chlorophyceen) 147, 172
— (bei Pilzen) 176, 177, 194, 217, 219
— (bei Bryophyten) 261
— (bei Pteridophyten) 271, 322
— (bei Anthophyten) im Pollenkorn 265, 396
— — — in der Samenanlage 265, 397, 407, 492
Reduzierte Blätter *24*, *26*
— (rudimentäre) Organe 25, 538; *26*
— Prothalliumzelle (im Pollenkorn) 406; *405*
Reduziertes Rhizoid (im männlichen Prothallium) 267; *267*
Red wood 447
Regnellidium 385; 384; *384*
Rehmannia 791
Reichenbach H. G. L. 5
Reihe 13, 17
Reihen der Angiospermen, Übersicht derselben 939
Reine Claude 675
Reine Linie 16
Reinkultur der Bakterien 85, 86; *86*, *87*
Reis 898
Reisbesen 901
Reisfelder *899*
Reispapier, chinesisches 747
Reiswein 200
Reizker 234
Rekauleszenz 785
Relhania *612*

Remija 824
Remusatia 929; *931*
Renanthera 915
Renntierflechte 248, 253
Renntiermoos 253
Replum 798
Reproduktive Stadien 60 (Fußnote)
Reseda 638; 652; *507*
Resedaceae 638; 591, 629, 633, 650, 704
Resina ..... (Droge), siehe unter dem zweiten Wort
Restio 887
Restionaceae 887; 883, 891
Reticularia 74
Retinospora 448
Rettich 636
— siehe auch *Raphanus*
Rettig 636
Reusenhaare (v. *Aristolochia*) 609
Reusenzone (v. *Sarracenia*) 627
Reussia 871
Rezeptakalum, siehe Receptaculum
Reziproker Parasitismus 91
Rhabarber 574
Rhabdonema 110
Rhachiopteris 391
Rhacomitrium 296
Rhacopilaceae 303
Rhamnaceae 740; *740*
Rhamnales 739; 704, 705, 714, 722, 744; *714*
Rhamnus 741; *714*, *740*; W.: 225
Rhaphanus siehe *Raphanus*
Rhaphe siehe Raphe
Rhaphiolepis *673*
Rhaptopetalaceae 713
Rhegmationtaceae 304
Rheum 574; *534*, *573*
Rhinanthoideae 791
Rhinanthus, siehe *Alectorolophus* und *Rhynchocorys*
Rhipidium 470
Rhipidodendron *67*
Rhipidopteris 381; *368*, *370*
Rhipsalis 587; 586; *584*
Rhizidiaceae 180; *177*
Rhizina 206
Rhizinaceae 206
Rhizobium 91
Rhizobolaceae 655
Rhizocarpon 253; *251*
Rhizoclonium 169
Rhizoctonia 231; S.: 909; *909*
Rhizogoniaceae 299
Rhizogonium 285
Rhizoid, siehe Rhizoiden
— primäres (der Bryophyten) 262; *263*
— primäres (der Pteridophyten) 264; *263*
— reduziertes (im männlichen Prothallium) 267; *267*
Rhizoiden (der Phaeophyten) 115; *22*, *125*
— (der Chlorophyceen) 164, 170, 172; *22*, *162*, *163*, *171*
— (der Pilze) *22*
— (der Flechten) 244
— (der Bryophyten) 262, 280, 314; *22*, *263*, *283*
— (der Pteridophyten-Prothallien) 319; *343*, *347*, *348*, *357*, *358*, *362*, *366*, *382*
Rhizoidenfilz 287
Rhizoidenknöllchen 170
Rhizoidenstränge 287
Rhizoidzelle (bei heterosp. Pteridophyten und bei Gymnospermen) 266, 267, 268; *267*
Rhizom 468
Rhizoma ..... (Droge), siehe unter dem zweiten Wort
Rhizomastigina 66 (Fußnote)
Rhizomorpha 174, 230, 235; *234*
Rhizomorpha 230, 235; *234*
Rhizomschuppen *24*
Rhizophidium 180; *177*
Rhizophor (von *Selaginella*) 336; *336*
Rhizophora 691; 480, 763; *690*, *691*
Rhizophoraceae 690; 688; *690*, *691*
Rhizophyllidaceae 144
Rhizophyllis 144
Rhizopoden 69
Rhizopogon 240
Rhizosolenia 108
Rhodiola 663
Rhodobacteria 88
Rhodobryum 298
Rhodochaetaceae 140
Rhodochiton 789
Rhodochytriaceae 152
Rhodochytrium 152; 147, 175
Rhododendroideae 769
Rhododendron 769; 56, 57, 483, 767; *767*, *768*; W.: 225, 236; *224*, *236*
Rhodoleia 601; 600
Rhodomela *137*
Rhodomelaceae 143; *133*, *137*
Rhodomonas *66*
Rhodophyllidaceae 142
Rhodophyta 131; 19, 61, 62, 196
Rhodophyten, fossile 139
— parasitische 139
Rhodotypus 671
Rhodymenia 143
Rhodymeniaceae 143; *141*
Rhodymeniales 142; *141*
Rhoeadales 628; 33, 603, 620, 623, 639, 652, 777; *629*
Rhoeados, Flores R. 631
Rhomneya 631; 630
Rhopalocnemis 572
Rhus 730; 729
Rhynchocorys *788*
Rhynchosia 679
Rhynchospora 891; 890
Rhynchosporoideae 891
Rhynchostegium 304
Rhynia 326; *327*, *328*
Rhyniaceae 326; *327*, *328*
Rhytidiadelphus 304
Rhytidolepis 342
Rhytisma 202; *203*
Ribes 665; 664; *662*; W.: 199, 205, 226
Ribesioideae 665
Riccardia 314; 311
Riccia 317; *317*
Ricciaceae 317; 311, 315; *317*
Ricciocarpus 317; *317*
Richardia 930
Ricinocarpoideae 598
Ricinodendron 596
Ricinus 595; *510*, *592*
Riefen (der Umbelliferenfrucht) 751
Riella 314; *312*

Riemenblume 570
Rinde 320
Rindengewebe (der Phaeophyten) 116; *116*
Rindensaugstränge (der Loranthaceen) 568; *569*
Rindenschicht (der Flechten) 244; *245*
Rindenzellen (bei Rhodophyten) 133; *132*
— (bei *Coleochaete*) 160; *160*, *161*
— (bei Characeen) 170; *171*
Rindera *782*
Ring (von *Oedogonium*) 159; *159*
— (der Agaricaceen) 235; *232*, *234*
— (der Mooskapsel) 291; *292*
— (der Farne) 369; *372*, *374*, *376*, *380*
— (der *Nepenthes*-Kanne) 625
Ringbakteriose der Kartoffel 90
Ringelblume 846
Rinodina 256
Rinorea *645*
Rio-Elemi 725
Rippen (der Umbelliferenfrucht) 751; *752*
Rispe 470, 471; *471*
Rispengras 898
Rispenhirse 901
Rittersporn 619
Rivinus A. Qu. 2
Rivularia 80; 79; *77*, *79*
Rivulariaceae 80; *77*, *79*
Rizinusöl 595
Robinia 683; 679, 680
Robinie 683
Roccella 251; *255*
Roccellaceae 251; *255*
Rochea 663
Rochelia 783
Roemer J. 3
Röhrenblüten (der Compositen) 842; *840*
Röhrenpilze (*Boletus*) 233
Roemeria *630*
Römische Kamille 846
Roestelia 225
Rösten des Leins 715
Rötling 234
Roggen 900
Roggen, siehe auch *Secale*
Roggen-Braunrost 225
Rohr, Bambus-R. 897, 898; *897*
— Blumen-R. (*Canna*) 906
— italienisches (*Arundo*) 898
— Schilf-R. 898
— spanisches (*Calamus*) 924
— Zucker- (*Saccharum*) 901
Rohrkolben 938
Romulea 875
Roridula 644
Roripa 636
Rosa 673; *672*; W.: 186, 199, 225, 243
Rosaceae 669; 488, 524, 528, 675, 685, 686, 754; *672*, *673*
Rosa Hefe 198
Rosales 660; 521, 601, 603, 625, 685, 686, 688, 705, 745, 755, 771, 777
Rose (Erysipel) 89
— (*Rosa*) 673
— de Madera (Holzrose) 570
— von Jericho (*Anastatica*) 636
— — — (*Odontospermum*) 844
Rosellinia 212
Rosen F. 9, 48
Rosenholz (v. *Amyris*) 724
— (von *Calophyllum*) 659
— afrikanisches (v. *Pterocarpus*) 685
— brasilianisches (v. *Physocalymma*) 688
— Dominica-R. (v. *Cordia*) 783
— indisches (v. *Dalbergia*) 685
— von Cayenne (v. *Dicypellium*) 615
Rosenkohl 636
Rosenkrankheiten, siehe *Rosa*
Rosenöl 673
Rosewood (*Amyris*) 724
Rosinen 743
Rosmarin 805
Rosmarinöl 806
Rosmarinus 805
Rosoideae 671; 675
Roßhaar, vegetabilisches 924
Roßkastanie 734
Rost, Braun- 225
— Gelb- 225
— Kronen- 225
— Schwarz- 225
— weißer 185
— Zwerg- 225
Rostellum (der Orchidaceen) 913; *912*
Rostpilze 220
Rotala 688
Rotalgen 131
Rotang-Palmen 919
Rotbuche 547
Roter Brenner (des Weinstockes) 205, 744
Roter Schnee 149
Rote Rübe 577
Rotes Akaroidharz 868
Rotes Mahagoniholz 726
Rotfäule des Holzes 233
Rotholz, westindisches 682
Rotkappe 233
Rotlauf 89
Rottanne 451
Rottboellia 901
Rotz, gelber, der Hyacinthen 91
— schwarzer, der Hyacinthen 205
Rotz(-Krankheit) der Pferde 89
Rourea *675*
Roxburghiaceae 870
Royena 772
Rozites 235
Rubia 826
Rubiaceae 822; 601, 821, 826; *822*, *823*, *824*, *825*
Rubiales 821; 745, 755, 777, 808, 831
Rubus 671; W.: 158, 225
Ruchgras 901
Rudbeckia 845
Rudimentäre Organe 25; *26*
Rübe, rote 577
— weiße 636; W.: *179*
Rübsen 636
Rückennaht 515
Rückfallfieber 91 (Fußnote)
Rückschlagserscheinungen 26
Rührmichnichtan 735
Ruellia 802
Rum 901

Rumex 574; *573*
Runkelrübe 577
— siehe auch *Beta*
Ruppia 860; *859;* W.: 180
Ruscus 869; *540, 850, 868, 869*
Rußtaupilz 200
Russula 235
Ruta 724; 474; *714, 723*
Rutaceae 722; 725; *714, 723*
Rutilaria 108
Rutilarioideae 108
Rutoideae 724
Rutstroemia 205

Saatgut-Beize 219
Sabadilla 866
Sabal 924; 919
Sabiaceae 734
Sabinae, Summitates S. 448
Saccharomyces 198; 242; *197*
Saccharomycetaceae 197; *197*
Saccharum 901; 893, 894; W.: 235
Saccobolus 204
Saccoglottis 715
Saccogyna 314
Saccorhiza 118; *124*
Sachs J. 9, 18
Sadebaum 448
Säule (der Orchidaceen) 907, 908, 913; *912*
Saffranhout 738
Saflor 847
Safran 875
Safrol 609
Saftgrün 741
Saftige Früchte 515
Sagenopteris 385
Sageraea 606
Sagittaria 855; *508, 854*
Sago (v. *Corypha*) 924
— (v. *Cycas*) 423
— (v. *Metroxylon*) 924
— -Palmen 924
Saint-Hilaire E. G. 6, 40
Saintpaulia 797; *776, 796*
Saisondimorphismus 789, 810
Saké 200
Salacia 738
Salat 848; W.: 186
Salatrübe 577
Salbei 806
Salep 915
— Radix S. 915
— Tubera S. 915
Salicaceae 551; 521; *552*
Salicales 551
Salicariaceae 688
Salicin 553
Salicornia 577
Salisburya 434
Salix 552; 551; *552;* W.: 202, 205, 227, 233
Salpeterbakterien 84
Salpiglossideae 787
Salpiglossis 787
Salsola 577; *576*
Saltree 660
Salvadora 738
Salvadoraceae 738
Salvia 806; 805; *479, 804*
Salviacanthus *801*
Salvinia 387; 382; *22, 267, 386, 387*
Salviniaceae 385; 382; *267, 386, 387*
Salviniineae 385
Sambucus 826; *827*; W.: 228
Samen (bei Pteridophyten) 339, 342, 389, 393; *340, 391, 392*
— (der Anthophyten i. allg.) 400
— (der Gymnospermen) 411, 422, 434, 441; *419, 432, 443, 450, 452*
— (der Angiospermen) 509; *510*
Samenanlage (bei Pteridophyten) 326, 339, 342, 391; *337, 340, 391, 392, 520*
— (der Anthophyten i. allg.) 265, 273, 394, 396, 397
— (der Gymnospermen) 265, 407, 420, 424, 429, 432, 438, 441, 456; *263, 408, 419, 425, 430, 432, 440, 443, 444, 445, 447, 448, 449, 450, 457, 458, 461, 466, 520*
— (der Angiospermen) 265, 397, 485; *485, 486, 488, 490, 499, 500, 504, 505, 520, 525, 534*
— anatrope 397; *485*
Samenanlage, apotrope 486; *486*
— atrope 397; *485*
— epitrope 486; *486*
— gegenläufige 397
— geradeläufige 397
— heterotrope 486
— kampylotrope 397; *485*
— krummläufige 397
— orthotrope 397
— umgewendete 397
Samenblüten (v. *Ficus*) 555
Sameneiweiß 400
Samenknospe 396
Samenmantel 400
Samenökologie 400, 511; *510*
Samenpflanzen 393
Samenschale 400, 509
Samenverbreitung 400
Sammelfrucht 512
Samoleae 763
Samolus 763; *761, 762*
Sandarakharz 448
Sanddorn 688
Sandelholz (*Santalum*) 565, 566
— afrikanisches (*Pterocarpus*) 685
— gelbes (*Santalum*) 565
— ostafrikanisches (*Osyris*) 566
— ostindisches (*Pterocarpus*) 685
— weißes (*Santalum*) 565
Sandpilz 233
Sandrohr 901
Sanguinaria 631; 630; *630, 631*
Sanguisorba 673; 670; *672*
Saniculeae 753
Saniculoideae 753
Sanseviera 869
Santalaceae 565; 488, 527, 528, 567
Santalales 564; 536
Santalum 566
Saouari-Fett 655
Sapindaceae 730; 733, 734; *731, 732*
Sapindales 521 (Fußnote)
— siehe auch *Terebinthales*
Sapindus 732
Sapium 596
Saponaria 590
Sapotaceae 774; 771; *774*

Sapotillbaum 775
Sappanholz 682
Saprolegnia 183; *183*; W.: 178
Saprolegniaceae 183; 185; *183*
Saprolegniineae 183; 174, 184; *183*
Saprophyten 83
— fakultative 84
— obligate 84
Saprophytische Schizomyceten 83
— Bacillarieen 96 (Fußnote)
— Chlorophyceen 147
— Pilze 174, 176
Saracha 785
Sararanga 936; *934*
Sarcina 89; *88*
Sarcocephalus 825
Sarcocolla 492
Sarcodes 766; *765*
Sarcographa 251
Sarcophyte 572
Sarcosiphon 882
Sarcosphaera 203; *204*
Sargassomeer 130
Sargassum 130; 119, 128; *128*
Sarothamnus 679
Sarracenia 627; 626
Sarraceniaceae 627; 625
Sarsaparillae, Radix S. 870
Saruma 609
Sassafras 615; *614*
Satanspilz 233
Satureja 806
Satyriaceae 907
Saubohne 684
Sauerampfer 574
Sauerdorn 621
Sauere Milch 90
Sauerkirsche 675
Sauerklee 717
Sauerstoffbedürfnis der Bakterien 85
Saurauia 653
Sauromatum 931; *931*
Saururaceae 562
Saussurea 847
Sauteria 315
Sauvagesia 655; *654*
Savah *899*
Saxaul 577
Saxegothaea 445
Saxifraga 664; *662, 663*
Saxifragaceae 663; 665, 666, 669, 670, 745, 755, 771, 777, 828; *662, 663*
Saxifragoideae 664
Scabiosa 830; *829*
Scabiosaceae 828
Scaevola 839
Scammoniae, Radix Sc. 779
Scammoniumharz 779
Scandiceae 753; *751*
Scandix 753; *751*
Scapania 314
Scaphidium 126
Scaphospora 123
Scenedesmus 154; *153*
Schabziegerklee 684
Schachtelhalme 345, 346
Schaf-Champignon 235
Schafeuter 233
Schafgarbe 846
Schale (der Peridinieen) 97
— (der Bacillarieen) 103; *101, 103*
Schalenansicht (der Bacillarieen) 103; *101, 102, 109*
Schalenplatten (der Peridinieen) 97
Schalotte 868
Scheibenblüten (der Compositen) 842; *840*
Scheide (bei *Oedogonium*) 159; *158, 159*
— (Volva, bei Agaricaceen) 235; *232*
— (bei Lebermoosen) 310
Scheidenzelle (bei *Oedogonium*) 159
Scheidewände des Fruchtknotens 485
Scheinährchen 890
Scheinfrucht 512
Scheinverzweigung 78, 93; *77, 93*
Schellack (v. *Croton*) 595
— (v. *Ficus*) 555
Scheuchzeria 858
Scheuchzeriaceae 857; *857*
Schierling, gefleckter (*Conium*) 753
— Wasser-Sch. (*Cicuta*) 753
Schierlingstanne 450
Schießpulver 741
Schiffchen (der Schmetterlingsblüte) 680, 683; *679*
Schiffneria 310
Schildzellen (bei Characeen) 171; *171*
Schilf, Palmiett-Sch. 877
Schilfrohr 898; W.: 225
Schimmelpilze 183, 189, 200, 205
Schinus 730
Schinzia 92
Schirmpilz 235
Schirmrispe 470, 471; *471*
Schirmtanne 450
Schistidium 296
Schistochila 314
Schistostega 298; 285; *298*
Schistostegaceae 298; *298*
Schizaea 375; *374*
Schizaeaceae 375; 366, 372, 373, 382; *374*
Schizandra 604
Schizanthus 787
Schizochlaenaceae 713
Schizocodon 771; *770*
Schizodontei 295
Schizolepis 442
Schizolobium 680
Schizomycetes 81; 52, 75
Schizomyceten, autotrophe 84
— chromogene 83
— leuchtende 87; *87*
— nitrifizierende 84
— parasitische 83, 84
— pathogene 83
— saprophytische 83, 84
— zymogene 83
Schizonema 110; *102*
Schizoneura 350
Schizopetaleae 637
Schizopetalum 637
Schizophyceae 75; 52, 140; *76, 77, 79*; S.: 702
— als Flechtensymbionten (siehe auch die einzelnen Gattungen und Familien) 245, 252; *245, 257*
Schizophyllum 235
Schizophyta 75; 19, 60, 62, 63
Schizosaccharomyces 193; *197*
Schizothrix 79; *79*

Schizymenia 144
Schlafkrankheit 67
Schlauch (Ascus) 191; *191*
— (v. Sarraceniaceen) 627
Schlauchblätter (v. *Cephalotus*) 625; *626*
— (v. *Dischidia*) 815; *817*
— (v. *Genlisea*) 793; *791*
— (v. *Nepenthes*) 625; *24*, *624*
— (v. Sarraceniaceen) 625, 627, 628; *626*
— (v. *Utricularia*) 793; *792*, *793*
Schlauchkern (im Ascus) 194
— (im Pollenkorn) 483
— (— —), siehe auch Pollenschlauchkern
Schlauchpilze 191
Schlauchzelle (im Pollenkorn) 483
Schlauchzellen (der *Fumarioideae*) 628
Schlehe, siehe *Prunus*
Schleiden M. J. 7
Schleimbakteriose der Runkelrübe 90
Schleimgänge (der Phaeophyten) 116; *116*
Schleimpapillen (bei Lebermoosen) 311
Schleimpilze 69
Schleimspalten (bei Lebermoosen) 317
Schleuderhaare (bei Orchidaceen) 915
Schließfrüchte 514
Schließ-Lein 715
Schloßplatte (der Peridinieen) 97
Schlotheimia 296
Schlüsselblume 762
Schlundbecher (v. Gentianaceen) *811*
Schlundschuppen 478
Schmerling 233
Schmetterlingsblüte 682
Schminkbeere 577
Schnallenbildung (bei Basidiomyceten) 217; *217*
Schnee, roter 149
Schneeball 826
Schneebeere 827
Schneeglöckchen 874
Schneerose 618
Schneeschimmel 211
Schnittlauch 868
Schöllkraut 631
Schoenodendron 891
Schoenus 891
Schötchen 634
Schokolade 711
Schomburgkia 916; 911
Schorf der Kartoffeln 92, 180
— des Klees 205
— der Obstbäume 214
— der Rüben 92
Schote 515, 634
Schräg-zygomorphe Blüten 474
Schraubel 470
Schraubenbänder (der *Equisetum*-Spore) 349; *348*
Schütte der Nadelbäume 202
Schüttgelb (v. *Genista*) 684
— (v. *Reseda*) 638
Schultes J. A. 3
Schuppenwurz 791
Schwärmer (der Myxomyceten) 70; *70*
— (bei Peridinieen) 100; *98*
— , Schwärmsporen, siehe auch Zoosporen
Schwärmsporen (bei Chlorophyceen) 146; *156*, *163*, *168*
— (bei Phycomyceten) 174
Schwärze der Kohlgewächse 214
— der Rübenblätter 242
Schwalbenwurz 817
Schwammschorf der Kartoffeln 180
Schwarzbeinigkeit (Stengelbakteriose) der Kartoffel 90
Schwarzer Brenner (des Weinstockes) 242
— Holunder 826
— Pfeffer 562
— Rettich 636
— Rotz der Hyacinthen 205
— Senf 637
Schwarzes Botanyholz 685
Schwarz-Erle 544
Schwarzfäule (der Weintrauben) 214, 744
Schwarz-Föhre 452
Schwarz-Pappel 551
Schwarzrost 225
Schwarzwurzel 848
Schwebeeinrichtungen (der Peridinieen) 100; *98*
— (der Bacillarieen) 105; *102*, *106*
Schwebekörperchen (in Schizophyceen) 78
— (in Schizomyceten) 82
Schwefelbakterien 84, 88, 94
Schwefelkalkbrühe 200
Schwefelkörnchen (in Schizomyceten) 82, 94; *93*
Schwefelpulver (zur Mehltaubekämpfung) 200
Schweineseuche 90
Schwendener S. 9
Schwertlilie 876
Schwielenblatt 905
Schwimmblasen, siehe Schwimmorgane
Schwimmkörper (v. *Azolla*) 388; *388*
Schwimmorgane (der Phaeophyten) 115, 124, 126, 130; *125*, *128*
Sciadium 152
Sciadophyllum 747
Sciadopitys 450; 438
Sciaphila 862; *861*
Scilla 869
Scillae, Bulbus Sc. (*Urginea*) 869
Scilla-Typus der Embryosackbildung 492, 494; *493*
Scinaia 142; *136*
Scirpoideae 891
Scirpus 891; *889*
Scitamineae 902; 852, 907
Scleranthus 590; *575*, *589*
Scleria 891; 890
Scleroderma 239; 237; *237*
Scleroderris 202
Sclerotinia 205; *204*
Sclerotium 174, 205, 212, 230, 233; *204*, *211*, *214*, *229*
Scolopendrium 381
— siehe auch *Phyllitis*
Scorzonera 847, 848
Scrophularia 790; *788*
Scrophulariaceae 787; 480, 794, 796, 797, 801, 807; *776*, *788*, *789*, *790*

Scutellaria 806; *777*, *804*
Scutellarioideae 806
Scutellum 893, 895; *894*
Scuticaria 916
Scyamina 151; 175
Scybalium 572
Scytanthus 611
Scytonema 80; 79; S.: 250, 252
Scytonemataceae 80; *77*
— als Flechtensymbionten (siehe auch *Scytonema*) 257
Scytopetalaceae 713
Scytosiphon 120
Sebastiana 596
Secale 898, 900; *896*; W.: 211, 212, 219, 220, 225; *211*
Secale cornutum 212
Sechium 834
Secotiaceae 240; *238*
Secotium 237; *238*
Sectio (Section) 14
Securidaca 728
Sedaceae 661
Sedum 663; *660*
Seegras 861
Seekandel 623
Seeknödel 169
Seerose 623
Seide (*Cuscuta*) 779
— vegetabilische 814, 818
Seidelbast 687
Seidenholz, westindisches 724
Seifenbeeren 732
Seifenwurzeln 590
Seitenständige Blüten 468
Sekretionstapetum 482
Sekretkanäle (der Umbelliferenfrucht) 751; *752*
Sekretzellen (der Phaeophyten) *116*
Sektion 14
Sekundärer Embryosackkern 397, 490, 503; *490*
Sekundäres Dickenwachstum (der Gymnospermen) 403
— — (der Dicotyledonen) 538, 848
— — (der Monocotyledonen) 848
Sekundäres Endosperm 400
Selaginella 339; 279, 337, 338, 413; *263*, *267*, *272*, *273*, *319*, *334*, *335*, *336*, *337*, *338*
— -Blüte 338, 394 (Fußnote)
Selaginellaceae 334; 264, 322; *263*, *267*, *272*, *273*, *319*, *334*, *335*, *336*, *337*, *338*
Selaginellales 334; 325, 342, 354, 412
Selago 790
Selbstbestäubung 496
Selbsterhitzung des Heues 85, 87, 91
Selektion 41, 59
Selektionstheorie 42
Seligeria 293
Sellerie 753; W.: 242
Sematophyllaceae 304
Semele 869
Semen .... (Droge), siehe unter dem zweiten Wort
Semmelpilz 233
Sempervivum 663; 51, 474; *660*
Senecillis 846
Senecio 846; 494; *847*
Senecioneae 846
Senegae, Radix S. 728
Senegal-Ebenholz 685
— -Gummi 678
Senf, Acker-S. 637
— schwarzer 637
— weißer 637
Senker (der Loranthaceen) 568; *569*
Sennae, Folia S. 682
Sepalum, Sepalen 395, 475, 476
Septaldrüsen, Septalnektarien 866, 879
Septoria 243
Septum (bei Bacillarieen-Schalen) 103; *102*
Sequoia 447; *446*, *447*
— -Typus des Embryosackes *496*
Sequoieae 447
Serapias 915
Sericocomopsis *578*
Serjania 732; *731*, *732*
Sero-diagnostische Methode 34
Serpentariae, Rhizoma S. 609
Serpylli, Herba S. 806
Serradella 685
Sesam 799
Sesamöl 800
Sesamum 799
Seseli 754
Sesuvium 582; *575*
Seta (des Moos-Sporogons) 287
Setaria *896*
Sevenstrauch 448
Sexualkerne (i. allg.) 35
— (des Pollenkorns) 484
— (v. *Albugo*) *187*
— siehe auch Fortpflanzung
Sexualsystem Linnés 2
Sexualzellen des Pollenkorns 484
Sexuelle Fortpflanzung, Wesen derselben 35
— — siehe auch Fortpflanzung
Sheabutter 775
Shepherdia 688
Sherardia 826
Shorea 659, 660
Shortia 771; *770*
Siam-Benzoëharz 773
Sibbaldia 670; 501; *479*
Sichel 470
Sida 707
Sideritis 806
Sideroxylon 775
Siebzellen (der Phaeophyten) 116; *116*
Sigillaria 342; *340*
Sigillariaceae 341; *340*
Sigillariostrobus 342; *340*
Silber-Ahorn 733
Silberbaum 564
Silber-Linde, amerikanische 710
— europäische 709
Silber-Pappel 551
Silene 590; *589*
Silenoideae 590; 589
Siler 754; *752*
Silicoflagellatae 68; *66*
Siliqua 515
Silk rubber 814
Silphium 845
Simaruba 725

Simarubaceae 725; 734
Simplices 372, 373
Simultane Pollenkornbildung 482
Sinapis 637; *637*
Sinapis, Semen S. (*Brassica nigra*) 637
Singles variations 42
Singrün 814
Sinningia 797
Sinter 79
Siparuna 613; *613*
Siphocampylus 837
Siphonales 161; 148, 172, 175; *162*, *163*, *164*, *165*, *166*, *167*, *168*
Siphonocladaceae 167; *166*
Siphonocladales 164; 148; *166*, *167*, *168*
Siphonocladus 167; *166*
Siphonogamae 393; 62
Siphonogamia 280
Sippe 15
Sirsa-Holz 678
Sisalhanf 874
Sisymbrium 636
Sisyrinchium 876
Sium 753
Skimmia 724
Sklerotium 174, 205, 212, 230, 233; *204*, *211*, *214*, *229*
Sloanea 713
Smilacina 870; 494
Smilacoideae 870; 866
Smilax 870; 866; *864*
Smithiantha 797
Smyrnieae 753
Smyrnium 753; 748, 751
Sobralia 916
Soda (Gewinnung aus Algen) 129
Sodomsäpfel 547
Sohlenbildung der Karpelle 535 (Fußnote)
Soja 684
Sojabohne 684
Solanaceae 784; 787, 809; *778*, *785*
Solaneae 785
Solanin 786
Solanum 786; 785; *51*, *479*, *785*; W.: 90, 92, 179, 180, 185, 211, 242; *178*
Soldanella 762; 57; *55*, *761*, *762*
Solenoideae 108; *108*
Solidago 844; 494
Solmsiella 301
Solorina 252; *254*
Somatische Parthenogenese 504
Sommer-Eiche 547
Sommer-Linde 709
Sommer-Raps 636
Sommer-Rübsen 636
Sommerwurz 794
Sommer-Zwiebel 869
Sonchus 847
Sonerila 697
Sonnenblume 845
Sonnenröschen 640
Sonnentau 644
Sonneratia 689
Sonneratiaceae 689
Soor 242
Soorpilz 242
Sophora 683
Sophoreae 683
Sophronitis 916
Soral 246
Sorapillaceae 301
Sorbaria 671
Sorbus 674; *673*; W.: 225
Sordaria 212
Soredium 246
Sorghum 901; W.: 219
Sorodiscus 180
Sorosphaera 180
Sorosporium 219; *219*
Sorus 369; *371*, *372*
Spadiciflorae 916; 851, 852, 933
Spadix 470
Spaltalgen 75
Spaltfrüchte 515
Spaltkörper (der Schizophyceen) 78
Spaltöffnung (bei Laubmoosen) 289; *286*
— (bei Lebermoosen), echte 317
„Spaltöffnung" (bei Lebermoosen), Atemöffnung 314, 315; *309*, *316*
Spaltöffnung (v. *Equisetum*) *350*
Spaltpilze 81; 75, 198
Spaltpilze, siehe auch Bakterien und *Schizomycetes*
Spaltung der Staubgefäße 480, 530, 543, 544, 547
Spaltungsgesetz 47
Spanischer Pfeffer 786
Spanisches Rohr 924
Sparassis 231
Sparganiaceae 937; 917; *937*
Sparganium 938; 494; *937*; W.: 152
Spargel 869, 870; W.: 225
Sparmannia 710; 709
Spartium 684; 679
Spatalla *563*
Spatha 916, 919, 926, 929; *918*, *927*, *928*, *931*
Spathelia 724
Spathelioideae 724
Spathella (der Podostemonaceen) 669; *667*
Spathicarpa 932; 930; *931*
Spathiphyllum 930
Spathodea 798
Spathularia 205; *204*
Species (Art) 13, 14, 15, 17
Specularia 836
Speichergewebe (bei Lebermoosen) 314; *309*
Speierling 674
Speisepilze 203, 206, 207, 231, 233, 234, 235, 239, 241
Speisetäubling 235
Speiteufel 235
Spelz 900
Spelzen 892
Spencerites 341; *340*
Spergula 590
Spergularia 590
Spermakerne (v. *Albugo*) *187*
— (der Gymnospermen) 399, 407, 410, 422, 457; *408*, *421*, *459*
— (der Angiospermen) 399, 484; *491*, *501*, *502*, *503*
— siehe auch generative Kerne
Spermatangium 134
Spermatium (der Rhodophyten) 134, 136; *133*, *134*, *135*, *137*
— (bei Pilzen) 174, 193, 215, 222; *195*, *215*, *220*, *223*
— (bei Flechten) 247; *247*

Spermatochnaceae 121
Spermatochnus 121
Spermatophyta 393; 62
Spermatozoiden (der Phaeophyten) 117; *127*
— (der Chlorophyceen) 146, 172; *150, 158, 161, 163, 168, 171*
— (— —) mit Cilienkranz 159; *158*
— (bei Pilzen) 174, 175, 181; *181*
— (der Bryophyten) 260, 281; *281*
— (der Pteridophyten) 260, 319; *329, 343, 348, 357, 364, 365*
— (— —), siehe auch Biciliat und Polyciliat
— (der Gymnospermen) 407, 422, 434; *406, 420, 421, 433*
Spermatozoidenbefruchtung bei Gymnospermen 268, 278, 399, 422, 434, 526; *420, 421*
Spermatozoidenmutterzelle (bei Cormophyten) 266, 267, 268, 281; *267*
Spermogonium 193, 222, 247; *220, 223, 247*
Spezialisierung des Parasitismus 225
Spezies (Art) 13, 14, 15, 17
Spezifische Tinktionen der Bakterien 85
Sphacelaria 120; 119
Sphacelariaceae 119; *120*
Sphacelia 211
Sphaeriineae 212; *213*
Sphaerobolus 239; *237*
Sphaerocarpeae 314
Sphaerocarpus 314
Sphaerococcaceae 143
Sphaerococcus 143
Sphäroidzellen 246
Sphaerophoraceae 250; *250*
Sphaerophorus 251; *250*
Sphaeroplaea 169; 146; *168*
Sphaeroplaeaceae 169; *168*
Sphaeropsideae 242; *243*
Sphaeropsis 243
Sphaerospora 203
Sphaerostoma 392
Sphaerotheca 199; *192, 199*
Sphaerozosma 114; *112*
Sphagnaceae 305; *305*
Sphagnales 304; 284, 287, 290
Sphagnol 306
Sphagnum 305; 264, 287; *305*
Sphenophyllaceae 345; *346*
Sphenophyllales 345; 323, 344; *346*
Sphenophyllostachys 345
Sphenophyllum 345; *346*
Sphenopsida 323
Sphenopteris 391; *390*
Sphinctrina 250
Spica 470
Spierstrauch 671
Spigelia 809
Spikularzellen 465
Spilanthes 147
Spinacia 577; W.: 186
Spinat 577; W.: 186
— Neuseeländer Sp. (*Tetragonia*) 582
Spindelbaum 737
Spiraea 671; *672*
Spiraeoideae 671; 670, 675
Spiranthes 915
Spiridentaceae 301
Spirillaceae 91; *81, 83*
Spirillum 91; 81; *81, 83, 91*
Spirochaeta 91 (Fußnote)
Spirodela 933
Spirogyra 114; *114;* W.: *184*
Spirolobeae (*Chenopodiaceae*) 577
— (*Cruciferae*) 636
Spirophyllum 94
Spirotrichaceae 94
Spirre 471; *471*
Spirulina 80; *77*
Spitz-Ahorn 733
Splachnaceae 296; *294, 297*
Splachnum 296; *294, 297*
Spondias 729
Spongospora 180
Spontane Variation 42
Sporangien (der Myxomyceten) 71
— (bei Bacillarieen) *107*
— (bei Phaeophyten) 119; *120, 122, 123, 124*
— (bei Rhodophyten) 134; *133*
Sporangien (bei Chlorophyceen) *157, 167*
— (— —), siehe auch Zoosporangien
— (der Pilze) 174, 182, 187, 191; *188, 196*
— (— —), siehe auch Zoosporangien
— (der Pteridophyten) 261, 265, 271, 321; *272, 273, 327, 328, 330, 332, 336, 337, 340, 344, 346, 348, 351, 352, 353, 359, 361, 366, 372, 374, 376, 380, 383, 384, 385, 386, 388, 391, 392*
Sporangienhäufchen 369
Sporangienträger (bei Pteridophyten) 322
— siehe auch Sporangiophor und Sporangiumträger
Sporangiolen (v. *Thamnidium*) 189
Sporangiophor (bei Pteridophyten) 322, 345; *359*
Sporangium, siehe Sporangien
Sporangiumträger (bei Phycomyceten) 189; *188*
Sporangiumwand (der Pteridophyten) 271; *272, 273*
Sporen (der Myxomyceten) 69, 71; *70*
— (der Schizophyceen) 76, 78; *77*
— (der Schizomyceten) 82, 85; *82*
— (der Peridinieen), siehe Zysten
— (der Bacillarieen), siehe Auxosporen und Mikrosporen
— (der Conjugaten), siehe Zygote
— (der Phaeophyten) 117; *127*
— (der Rhodophyten) 134, 136, 137; *135*
— (der Chlorophyceen) 146
— (der Pilze) 174
— (der Bryophyten) 261, 281; *283, 306, 316, 318*
— (der Pteridophyten) 264, 271, 321, 322

Sporen, siehe auch Sporangien und Sporenkeimung
Sporenbehälter (der Myxomyceten) 69, 71; *72*, *73*
Sporenkeimung (bei Myxomyceten) *70*
— (bei Schizophyceen) *77*
— (bei Bacillarieen) *108*
— (bei Conjugaten) *112*
— (bei Phaeophyten) *127*
— (bei Chlorophyceen) *158*, *161*
— (bei Pilzen) *180*, *183*, *185*, *186*, *201*, *215*, *218*, *221*, *226*
— (bei Laubmoosen) *283*
— (bei Lebermoosen) *308*
— (bei Pteridophyten) *335*, *337*, *342*, *383*, *386*, *387*
Sporenkerne (bei Askomyceten) 194
Sporenmutterzellen (der Bryophyten) 281
— (der Pteridophyten) 271; *272*
Sporensack (bei Laubmoosen) 288, 291; *292*
Sporenträger (der Myxomyceten) 71
Sporidie 218, 221; *221*, *226*
Sporobolus 901
Sporocarpium 382, 384, 385, 386, 387; *384*, *385*, *386*, *388*
Sporochnaceae 121
Sporochnus 121
Sporocyste (der Myxomyceten) 71
Sporodinia 189
Sporogene Fäden (bei Florideen) 137
Sporogenes Gewebe (des Pteridophyten - Sporangiums) 271, 322; *272*
— — (des Pollenkorns) 396, 482; *272*, *480*
— — (der Samenanlage) 397, 489; *488*
Sporogene Zellen (bei Florideen) 137
Sporogonium 281, 287, 291, 305, 309; *286*, *292*, *305*, *306*, *312*, *313*, *314*, *315*, *316*, *317*
Sporogonträger 315; *315*
Sporokarp, siehe Sporocarpium
Sporophyll 322, 367; *368*
Sporophyllstand 322, 332, 337, 339, 345, 349, 350; *330*, *332*, *336*, *337*, *340*, *346*, *348*, *351*
Sporophyt (Begriff desselben) 38, 261
— (der Phaeophyten) 117, 118; *118*, *124*
— (der Florideen) 139
— (der Pilze) 194, 218
— (der Bryophyten) 261, 262, 280, 281
— (der Pteridophyten) 264, 320
(— —), reduzierter 364; *366*
Sporophyta 62
Sporophyteae 280
Sporormia 212
Sporotheke (der Farne) 369
Sporozyste (der Myxomyceten) 71
Sprenghöcker von *Selaginella 335*
Spreublätter (der Compositen) 842; *840*
Spreuschuppen (der Compositen) 842; *840*
— (der Farne) 367; *367*
Springbrunnentypus 132; *132*
Springkraut 735
Spring-Lein 715
Spritzgurke 834
Sproßanlage (des Pteridophytenembryos) 320; *319*
— (des Anthophytenembryos) 400, 508; *509*, *512*, *513*
Sprossenkohl 636
Sproßkolonie 189, 198; *196*, *197*
Sproßpflanzen 62
Sproßranke, siehe Ranke
Sprossung, Sproßzellen 187, 189, 198, 207, 218, 242; *197*
Spumaria 74
Squamariaceae 144
Squamulae intravaginales 853
Stachelbeere 665
— siehe auch *Ribes*
Stachelbeermehltau, amerikanischer 199
— europäischer 200
Stachelschwämme (*Hydnaceae*) 231
Stachyoideae 806
Stachys 806; 805; *806*
Stachyuraceae 646
Stachyurus 646
Stackhousia 738
Stackhousiaceae 738; 736
Stadmannia 731
Stämmchen der Laubmoose, anatom. Bau 285; *286*
Stämme des Pflanzenreiches 19, 60, 63; *63*
Stäubling 241
Stamineae 540
Staminodium 482
Stamm (Phylum) 13, 14
— (als Pflanzenorgan) 259, 278, 280, 284
— (der Pteridophyten) 320; *321*, *332*, *346*, *348*, *367*, *390*
— (der Gymnospermen) 402, 414; *436*
— (der Angiospermen) 538, 540, 848; *539*, *540*
— siehe auch Stämme und Stämmchen
Stammranke, siehe Ranke
Stangeria 423
Stanhopea 916; 913
Stanleya 636
Stapelia 818; 815; *816*
Staphisagriae, Semina St. 619
Staphylea 738; *714*
Staphyleaceae 738
Staphylococcus 89
Starrkrampf 90
Statice, siehe *Armeria* und *Limonium*
Staticoideae 759
Staubbeutel 396, 478
Staubblatt (der Gymnospermen) 265, 272, 396, 403, 414, 438, 478; *417*, *427*, *442*, *444*, *445*, *450*, *453*
— (der Angiospermen), siehe Staubgefäß

Staubbrand des Weizens 219
Staubfaden 396, 478
Staubgefäß (der Gymnospermen), siehe Staubblatt und Pollenblatt
— (der Angiospermen) 396, 478; *479*
— (der Angiospermen), Herkunft derselben 530; *529*
Staubgefäße, gespaltene 480, 530, 543, 544, 547
Staubgrübchen (der Marattiaceen) 360
Staubpilz 241
Stauden 468
Staurastrum 113; *112*
Staurogyne 802
Stauroneis 110
Stauropteris 355
Staurothele 249
Stechapfel 786
Stechpalme 736
Stegnosperma 575
Stegokarpe Moose 291
Steinbrand des Weizens 220
Steinbrech 664
Stein-Eiche 547
Steinfrucht 515; 513; *514*
Steinklee 684
Steinpilz 233
Steinweichsel 675
Stele (der Pteridophyten) 320; *332*
Stelis 916
Stellaria 590; *589;* W.: 179
Stemona 870
Stemonaceae 870
Stemonitis 74; 71, 73
Stempel 398
Stenactis 843
Stengelbakteriose der Kartoffel 90
Stengelfäule des Kohles 243
Stenopetalum 637
Stephanopodium 598
Stephanopyxis 108
Stephanosphaera 149
Stephanotis 818
Sterculia 711
Sterculiaceae 710; *711, 712, 713*
Stereïden (bei Laubmoosen) 287
Stereocaulon 253; *245, 255*
Stereodon 304
Stereonema 72
Stereum 230; 257
Sterigma 200, 228, 230; *217*
Sterile generative Zelle 406
— (vegetative) Prothalliumzellen 266, 267, 268; *267*
Sterilisation 85
Sternanis 605
Sternapfelbaum 775
Sternbergia 874
Sternrußtau der Rosen 243
Stichidium 134
Stichkultur 86; *86*
Stichobasidien 230 (Fußnote)
Stichococcus 156
Stickstoffbindende Spaltpilze 84, 91
Sticta 252; *247, 254*; W.: 205
Stictaceae 252; *247, 254*
Stictis 202
Stictodiscus 108
Stiefmütterchen 646
Stiel des Sporogoniums 281, 287
Stiel-Eiche 547
Stielzelle (Wandzelle) (im Pollenkorn der Gymnospermen) 268, 406; *267, 268, 405, 407, 420, 433*
Stielzellkern (im Pollenkorn) 406
Stigeoclonium 158
Stigma 399
Stigmaria 341
Stigmarien 341
Stigmariopsis 341
Stigmatocalyx 912
Stigmatomyces 216; *215*
Stigonema 80; S.: 252
Stigonemataceae 80
Stilophora 121
Stilophoraceae 121
Stinkbrand des Weizens 220
Stinkmorchel 242
Stipa 901; 894; *894, 896*
Stipes (der Orchidaceen) 913; *912*
Stipites Dulcamarae 786
Stipites Laminariae 126
Stockmorchel 206
Stockrose 706
Stockschwamm 235
Stolonenartiges Blatt *24*
Stomium 369; *380*
Stoppelrübe 636
Stoppelschwamm 231
Storax (v. *Liquidambar* und *Altingia*) 601
— officinalis (v. *Styrax*) 773
Storchschnabel 718
Strahlenblüten (der Compositen) 842; *840*
Strahlige Blüten 474
Stramonii, Folia St., Semina St. 786
Strandnelke 759
Stranggewebe (bei Flechten) 244
Strasburgeria 665
Strasburgeriaceae 665
Strasburgerioideae 665
Straßburger Terpentin 450
Stratiotes 857
Stratiotoideae 857
Strauchflechten 244; *250, 253*
Streblonema 119
Strelitzia 904
Streptocarpus 797; *796*
Streptochaeta 893
Streptococcus 89; *86, 88*
Streptopus 870; 862, 866
Striaria 120
Striariaceae 120
Strichkultur 86; *86*
Striga 791
Strigula 250
Strigulaceae 250
Strobilanthes 802; *776*
Stroma 210, 241; *202, 203, 210, 211, 213*
Stromanthe 907
Strophanthus 814; *510, 813*
Strophiola 511; *510*
Strophocactus 586
Struthanthus 570; *568, 569*
Struthiopteris 380; *269, 368*
Struvea 167; *166*
Strychnos 809
Stuartia 658
Stylidiaceae 839; *839*
Stylidium 841; *839*
Stylodinium 100
Stylosporen 248
Stylus 399, 484

Styphelia 770
Stypocaulon 120; *120*
Styracaceae 773; *773*
Styrax 773; *773*
Styrax calamitus (v. *Liquidambar*) 601; 773
Styrax liquidus (v. *Liquidambar*) 601; 773
Stysanus *243*
Suaeda 577
Subclassis 14
Subdivisio 14
Subfamilia 14
Subgenus 14
Subordo 14
Subsektion 14
Subspecies 15
Subtribus 14
Subularia 636
Succisa 179; *178*
Süßholz 683
Süßkirsche 675
Sugar Appel 606
Sukkulente Blätter *24*
— Pflanzen 23
Sukzedane Pollenkornbildung 482
Sulla 685
Sumach (*Rhus*) 730
— provenzalisches (*Coriaria*) 739
Sumatra-Benzoëharz 773
Sumatra-Kampfer (Borneo-K.) 615, 660
Summitates Sabinae 448
Sumpfporst 769
Sumpfzypresse 447
Sunnfaser 684
Superficiales 373
Superponierte Wirtel (Blüte) 474
Surianaceae 725 (Fußnote)
Surinam-Bitterholz 725
Surinam-Quassia 725
Surirella 110; 104
Surirelloideae 110
Surra 67
Suspensor (der *Lycopodiinae*) 320, 331, 334; *319*, *331*, *335*
— (der Gymnospermen) 410, 411
— (der Angiospermen) 506; *508*, *509*
Sweertia 811; *811*
Swietenia 726
Swietenioideae 726
Sykomore 555
Symbiose der Flechten 248, 249
Symbiotische Pilze 175, 176, 244
Symmetrieverhältnisse der Blüte 474
Sympetalae 539, 754; 537, 599, 718, 722, 738, 745
— fossile 525
Sympetalie 476
Symphoricarpus 827
Symphyandra 837
Symphyogyna 314
Symphytum 784; *272*, *782*, *783*
Symplocaceae 773; *772*
Symplocos 773; *772*
Sympodiale Infloreszenzen 469
Synalissa *245*
Synandrae 835; 33, 755, 756, 821, 830, 831
Synandrium (i. allg.) 482
— (v. *Ephedra*) 460; *457*, *536*
— (der Cucurbitaceen) 831; *832*
Synandrodaphne 687
Synandrodium 482
Synangium 360; *361*
Syncarpes Gynöceum 398, 485
Syncephalis 189; *22*, *188*
Synchytriaceae 179; *178*
Synchytrium 179; *178*
Syndetocystis 108; *109*
Synedra 110; *102*
Synedrella *840*
Synergiden 397, 490; *488*, *490*, *491*, *492*, *493*, *501*, *502*, *506*, *507*
Synergidenembryonen 503, 505; *506*
Synkarpes Gynöceum 398, 485
Synkotylie 849; *850*
Synsepalie 476
Synura 67
Syphilis 91 (Fußnote)
Syracosphaera *66*
Syringa 820; 819; *51*, *820*
Syrrhopodon 295
System, Aufgabe des Pflanzensystems 1
— Ausbau des Pflanzensystems 11
— A. Brauns 7
— Brongniarts 6
— De Candolles 5
— Eichlers 8
— Endlichers 5
— Englers 9
— Jussieus 4
— Linnés 2
— siehe auch Systeme
Systematik, phylogenetische 7
— — Grundlage derselben 11
— — Methoden derselben 19
— — Prinzipien derselben 11
— — Ziel derselben 11
Systematische Anordnung der Angiospermen, leitende Gesichtspunkte dafür 537
— — — —, Übersicht der Reihen 939
Systematische Botanik, Aufgabe derselben 1
— — geschichtliche Entwicklung derselben 1
Systematische Einheiten 13
— Hauptgruppen der Angiospermen, Übersicht derselben 538
Systeme, künstliche 2
— morphologische 3, 4
— natürliche 2, 3
— phylogenetische 3, 7

Tabak 786; W.: 200, 794
Tabaschir 898
Tabebuia 798
Tabellaria 110
Tabernaemontana 814
Tacamahac 659
Tacca 882
Taccaceae 881; 851, 862, 863
Tälchen (der Umbelliferenfrucht) 751
Taeniophyllum 911
Tännel 643
Täubling 235
Tagetes 845

Tailoria 296
Takamahak 659
Takamahak-Fett 659
Talinum 588
Tallow-tree 659
Tamaricaceae 640; 639; *641*
Tamarindus 682; *679*, *682*
Tamariske 641
Tamarix 641; *641*
Tambourissa *473*
Tamus 881
Tanacetum 494
Tang 124, 126
Tangkawang 660
Tanne 450
— siehe auch *Abies*
Tannenhexenbesen 227; *222*
Tannenmistel 570 (Fußnote)
Tannenwedel 703
Tapesia 205
Tapetum (des Pteridophyten-Sporangiums) 271, 322, 369; *272*, *336*
— (des Pollensackes) 396, 482; *480*, *481*
— (der Samenanlage) 397; *488*
Taphrina 208; *208*
Tapiocca 596
Tapura *598*
Taraxacum 848; 51, 504, 843; W.: 179, 197
Tarchonanthus 845
Targionia 315
Targionieae 315
Tari 682
Taschen(-Zwetschken) 208
Tatajuba-Holz 655
Taubnessel 806
Taumel-Lolch 900
Tausendblatt 701
Tausendguldenkraut 811
Tavaresia 815; *818*
Taxaceae 443; 405, 409, 411, 441, 442, 458, 459; *407*, *440*, *443*, *444*
Taxeae 444
Taxodieae 447; 442
Taxodioideae 447; 405, 435
Taxodium 447
Taxus 444; 404, 407, 411, 413, 436, 438, 439, 527; *440*, *443*, *526*
Tayloria 296
Teakholz (v. *Tectona*) 803
Teakholz, afrikanisches (v. *Pterocarpus*) 685
— Goomar-T. (v. *Gmelina*) 803
Tecoma 798
Tecomaria *776*
Tecomella 798
Tectona 803
Tee (v. *Camellia sinensis*) 657
— Maté-T., Paraguay-T. (v. *Ilex parag.*) 736
— Maté-T. (v. *Villaresia Congonha*) 739
Teerose 673
Teesdalia 635
Teestrauch 657
Teilfrüchtchen (der Umbelliferen) 751; *752*
Teilung (als Fortpflanzungsart) bei Flagellaten 65; *65*
— (— —) bei Myxophyten 70
— (— —) bei Schizophyten 75, 78, 82
— (— —) bei Zygophyten 96, 98, 99, 104, 111; *99*, *101*, *112*
— (— —) bei Chlorophyceen 146, 148 151, 152; *149*, *153*, *154*
— (— —) bei Saccharomyceten 198
Telanthera *578*
Teleutosporen 221; *220*, *221*, *223*, *224*, *226*
Teleutosporenlager 221; *220*, *226*
Telfairia 834
Tellamia 158; 147; *157*
Tellima *662*
Temperaturerhöhung durch Bakterien 85, 87, 91
Temperaturgrenzen für das Gedeihen von Bakterien 84, 85
Tenuinucellat 487
Tentakel (v. Droseraceen) 644
Teosinte 902
Tepalum, Tepalen 395, 475
Terebinthales 721; 521, 549, 591, 598, 704, 705, 714, 715, 736, 738, 739, 740, 744; *714*
Terebinthina communis 451
Terebraria 110; *109*
Terfezia 201
Terefeziaceae 201; 207
Teri 682
Terminale Blüten 468
Terminalia 693
Terminaliaceae 693
Ternstroemiaceae 656
Terpentin (v. *Picea* und *Pinus*) 451
— Chios-T., cyrischer T. (v. *Pistacia*) 730
— Straßburger T. (v. *Abies*) 450
— venezianischer T. (v. *Larix*) 451
Terpentinöl 451
Terpsinoë 108
Testa 400, 509
Testobjekte 106, 110
Testudinaria 881
Tetrablepharis 149
Tetracentron 605
Tetracera *654*
Tetrachondra 807
Tetrachondraceae 807
Tetraclinis 448; *447*
— siehe auch *Callitris*
Tetracyclicae 756
Tetracyclische Blüten 473
Tetradenteilung (bei Thallophyten), siehe Tetrasporen
— (der Sporenmutterzellen der Archegoniaten) 271, 281, 322
— (der Pollenmutterzellen) 273, 396, 482
— (der Makrosporenmutterzelle der Gymnospermen) 273, 397; *273*
— (der Embryosackmutterzelle) 273, 397, 489; *489*
Tetradiclis 721
Tetraëdron 154
Tetragonia 582
Tetramyxa 180
Tetrapanax 747
Tetraplasandra 747
Tetraplodon 296
Tetrapteris 720; *720*
Tetraspora 151; *151*
Tetrasporaceae 151; *151*
Tetrasporangiate Antheren 480

Tetrasporangienstand 134
Tetrasporangium (bei Phæophyten) 117
— (bei Rhodophyten) 134, 138, 139; *133, 141*
Tetrasporen (bei Phaeophyten) 118
— (bei Rhodophyten) 134, 138; *133*
Tetrasporenpflanze 138, 139
Tetratheca 727
Tetrazyklische Blüten 473
Tetrodontium 284
Teucrium 805; *804*
Teutloporella 168
Thalamiflorae 602
Thalassia 857
Thalassioideae 857
Thalia 907
Thalictrum 619; 504, 618
Thalloidische Vegetationsorgane (bei Angiospermen) 468
Thallophyta 62
Thallus 62
Thamnidium 189
Thamnolia 256
Thaumatonema 108; *109*
Thea 658
Theaceae 656; 652, 653, 764; *657*
Theca 396, 478
Thecacoris 596
Thein 712
Theke (Theca) 396, 478
Thelephora 230
Thelephoraceae 230; 246; *232*
Thelidium 249
Thelocarpon 253
Theloschistaceae 256; *254*
Thelygonaceae 579
Thelygonum 579
Thelypodieae 636
Theobroma 711; *479, 510, 711, 712, 713*
Theobromin 711, 712
Theophrast 1
Theophrasta 760
Theophrastaceae 760; 763; *760*
Thesium 565
Thevetia 812
Thibaudia 769
Thielavia 200
Thiobacteria 88
Thismia 883; *882*
Thladiantha 835
Thlaspi 637; *637*
Thorea 140
Thoreaceae 140
Thouinia 731
Thuidium 303
Thuja 448; *445*
Thujopseae 448
Thujopsis 448
Thunbergia 802; 801; *801*
Thunbergieae 802
Thunbergioideae 802
Thurnia 877
Thurniaceae 877
Thymelaea 687
Thymelaeaceae 686; *687*
Thymelaeales 686
Thymus 806
Thyrea 252
Thyrsoide Infloreszenzen 471; *471*
Thyrsophytum 333
Thyrsopteridaceae 379; 373
Thyrsopteris 379
Thyrsus 471; *471*
Thysanocarpus 635
Tibouchina 697; *697*
Tichothecium 214
Tierbestäubung 398, 496
Tigerlilie 876
Tigridia 876
Tilia 709; *26, 539, 709, 710, 714*
Tiliaceae 709; 713; *709, 710*
Tillaea 663
Tillandsia 880; 879; *878*
Tilletia 220; *218*
Tilletiaceae 220; *218, 219*
Tilopteridaceae 123; *122*
Tilopteridales 122; *122*
Timmia 299
Timmiaceae 299
Timotheusgras 901
Tinktion der Bakterien 85
Tintenholz 772
Tipula W.: 189
Tithymalaceae 593
Tithymalus 596
Tmesipteris 344; *343, 344*
Tococa 697
Toddalioideae 724;
Todea 375; *374*
Tollkirsche 785
Tolmiea 664; *662*
Tolu-Balsam 683
Tolypella 172
Tolypellopsis 172
Tolypothrix 76
Tomate 786; W.: 90, 185
Tomentella 231
Toninia 253
Tonkabohnen 685
Toona 726
Topinambur 845
Tordylium 752
Torenia 791; 790
Torf 306
Torfmoose 304
Torilis 753
Torreya 444; 404, 407, 409, 411, 413, 521
Tortella 296
Tortula 296; *286, 294*
Torula 243
Torus 395, 472
Totentrompete 231
Touloucouna-Öl 727
Tournefort J. P. de 2
Tournesol 595
Tovariaceae 632
Toxicodendron 596
Toxine (bei Schizomyzeten) 83
Tozzia 479
Trabeculae 354; *353*
Tracheïden (bei Gymnospermen) 402, 403
Tracheïdensäume 403
Trachelomonas 68; *66*
Trachelospermum 814
Trachycarpus 924
Trachys 894
Tradescantia 885; *479, 850, 884*
„*Tradescantia*“ (*Zebrina*) 885
Tränengras 902
Tränenschwamm 231
Tragacantha, Gummi T. 683
Tragant 683
Tragblätter 395, 468
Tragopogon 847; 842; *840*
Tragus 902
Trametes 233
Transfusionsgewebe 403, 438
Transkaukasisches Eisenholz 601

Translator(en) 815, 817, 818; *816*
Transversale Vorblätter 469, 538
Transversal-zygomorphe Blüten 474
Trapa 699, 701; *700*
Trapella 488; 494
Traube (Blütenstand) 470
— Weintraube, siehe *Vitis*
Trauben-Eiche 547
Traubige Infloreszenzen 469
Trauerweide 553
Tremandraceae 727
Tremella 228; *227*
Tremellales 228; 230; *226, 227*
Tremellodon 228; *227*
Trentepohlia 158; 146, 147; *157*
— als Flechtensymbiont 249, 251, 252
Trespe 898
Tribonema 156; 148
Tribulus 721; *720*
Tribus 14
Triceratium 108; *102, 103*
Trichia 74
Trichilia *473*
Trichinium *578*
Trichobacteria 92; *81, 93*
Trichocaulon 815; *818*
Trichocolea 314
Trichocoma (Ascomycet) 200
— (angebl. Basidiolichene) 257
Trichocomaceae 200
Trichogyn (bei Rhodophyten) 136; *133, 135, 136, 137, 138, 141*
— (bei *Coleochaete*) *160*
— (bei Pilzen und Flechten) 193, 215; *193, 194, 195, 246*
Tricholoma 235
Trichomanes 377; 369; *263, 363, 376*
Trichomastix *66*
Trichophore Zelle (bei *Laboulbeniales*) 215
Trichophyton 242
Trichopitys 434
Trichosporium *243*
Trichosporum 797; *776, 796*
Trichostomeae 296
Trichostomum 296
Tricoccae 591; 535, 704, 705, 721, 736, 771
Tricyrtis 866
Trientalis 763
Trifolieae 684
Trifolii febrini, Folia T. f. (*Menyanthes*) 812
Trifolium 684; 681; W.: 186, 205, 225, 242, 779, 794; *780*
Triglochin 858; 494; *857*
Trigonella 684
Trigonia 728
Trigoniaceae 728
Trigonocarpus 393; *392*
Trillium 870
Triodia 898
Triolena *697*
Triphasia 724
Triphragmium 225; *221*
Triplaris 574
Triposolenia *98*
Trisetum 900, 901
Tristegineae 902
Tristicha *667*
Triticum 898, 900; *513, 893*; W.: 211, 219, 220, 225
Tritonia 876
Triumfetta 710; *709*
Triuridaceae 862; 852; *861*
Triuridalis 862
Triuris 862; *861*
Trochila 202
Trochodendraceae 605; 520
Trochodendron 605
Trockenfrüchte 514
Trollioideae 619
Trollius 618; 619
Trompetenbaum 798
Tropaeolaceae 718; *717*
Tropaeolum 719; *717*
Trophophyll 322, 367; *368*
Trophosporophyll 322
Tropidocarpum 635
Trüffel (*Tuber*) 207
— weiße (*Pompholyx*) 239
Trugdolde 470, 471, 472; *471*
Trypanosoma 67; *66*
Tsetsekrankheit 67
Tsuga 450; *452*
Tuber 207; *207*
Tuberaceae 207; *207*
Tuberales 206; *207*
Tubera Salep 915
Tubercularia 210
Tuberkulose 90
Tuberose 874
Tubifera 74
Tubiflorae (als Reihe) 775; 755, 808, 809, 819, 822, 831; *776*
— (als Gruppe der Compositen) 843
Tubulina 74
Tucum oil 924
Tüpfelfarn 381
Türkische Gelbbeeren 741
Türkisch-Rot 721
Tuffbildung (durch Characeen) 172
— (durch Schizophyceen) 79
Tulasnella 228
Tulasnellales 228
Tulipa 869; 49, 866; *866*
Tulip-wood 605
Tulostoma 239; 237; *237*
Tulpe 869
Tulpenbaum 605
Tumboa 467
— siehe auch *Welwitschia*
Tumboaceae 465; *462, 463, 464, 465, 466*
Tumor 90
Tupelo-Stifte 691
Tupidanthus 747
Turbinaria 130; *128*
Turnera 646
Turneraceae 646; 647
Tuscarora-Reis 898
Tussilago 846
Tyantjan 616
Tylophoron 250
Tympanis 205
Typha 938; 483; *937*
Typhaceae 938; 917; *937*
Typhula 231
Typhus 90

Udotea 164; *165*
Übersicht der homologen Organe der Cormophyten 274
— der Reihen der Angiospermen 939
Überwinterungssprosse (v. Lemnaceen) 933

Ulex 679; *29*
Ullmannia 442
Ullucus 588
Ulmaceae 559; 527; *558*
Ulme 559
Ulmus 559; 527; *500, 526, 558*
Ulodendron 341
Ulota 296; *289*
Ulothrix 156; *156*
Ulotrichaceae 156; 159; *156*
Ulotrichales 155; 148, 152, 172, 175; *155, 156, 157, 158, 159, 160, 161*
Ulva 156; *155*
Ulvaceae 155; *155*
Ulvella 158
Umbella 470
Umbelliferae 747; 538, 744, 745, 917; *748, 749, 750, 751, 752;* W.: 186, 197
Umbelliflorae 744; 755, 821, 825
Umbilicaria 253
Umgewendete Samenanlage 397
Uncaria 825; 823
Uncinia 891
Uncinula 200; P.: 744
Ungeschlechtliche Fortpflanzung, siehe Fortpflanzung
— Generation 261
— Pflanze, siehe Sporophyt
Unger F. 5
Unifoliati 797
Unilokulares Sporangium (bei Phaeophyten) 123; *122*
Unterabteilung 14, 17
Unterart 15, 17
Unterblätter (der Lebermoose) 308
Unterfamilie 14
Untergattung 14
Unterklasse 14, 17
Unterordnung 14
Unterschlächtige Blätter (bei Lebermoosen) 313
Unterständiges Gynöceum 395
Upas-Baum 556
Uragoga 826
Urceolina *872*
Uredinales 220; 57, 228, 230; *220, 221, 222, 223, 224, 226*
Uredineen, autöcische 222
— heteröcische 222
Uredo 225
Uredosporen 221; *220, 223*
Uredosporenlager 221; *220*
Urena 706
Ureneae 706
Urera 560
Urginea 869
Urocystis 220; *218, 219*
Uromyces 225; 224; *221*
Urospora 168
Ursinia 846
Urtica 560; *560;* W.: 225
Urticaceae 559; 528, 535; *560*
Urticales 553; 535, 572, 576, 591
Usambara-Veilchen 797
Usnea 256; 244, 879; *255*
Usneaceae 256; *255*
Uspulun 219
Ustilaginaceae 219; *218, 219*
Ustilaginales 218; *218, 219*
Ustilago 219; *218, 219*
Ustulina 214
Utricularia 794; 509, 792, 793, 879; *791, 792, 793*
Utriculus (der *Caricoideae*) 890; *889*
Uvae ursi, Folia U. u. 769
Uvaria 605, 606
Uvularia 866

Vacciniaceae 766
Vaccinioideae 769
Vaccinium 769; *479, 767;* W.: 205, 227, 236; *226, 236*
Vacuolaria 68
Vaginula 289
Valdiviella 108; *106*
Valeriana 828; 601; *827*
Valerianaceae 828; 821, 822; *827*
Valerianella 828
Valleculae (der Umbelliferenfrucht) 751
— (des *Equisetum*-Stengels) 349
Vallecularhöhlen 349; *348*
Vallisneria 857; *856*
Vallisnerioideae 857
Valonea 547
Valonia 165
Valoniaceae 164; 175
Valsa 214; *213*
Valva 103
Valvate Knospendeckung *475*
Vanda 916; *912*
Vanilla 916; 911
Vanille (*Vanilla*) 916
Vanillestrauch (*Heliotropium*) 784
Vanillons 916
Varek 130
Variation 42
— diskontinuierliche 42
— fluktuierende 42
— kontinuierliche 42
— spontane 42
Varietas, Varietät 15, 17
Vateria 660
Vateria-Fett 660
Vaucheria 164; *163*
Vaucheriaceae 164; *163*
Vegetabilische Seide (v. Apocynaceen) 814
— — (v. Asclepiadaceen) 818
Vegetabilisches Elfenbein (v. *Coelococcus*) 924
— — (v. *Hyphaene*) 924
— — (v. *Phytelephas*) 926
— Roßhaar 924
Vegetative Fortpflanzung, siehe Fortpflanzung
— Entwicklungsstadien der Pflanzen 60 (Fußnote)
Vegetativer Bau der Gymnospermen 402
— — der Angiospermen 467
— Kern (vegetative Zelle) des Pollenkorns (Pollenschlauches) 268, 399, 406, 483, 497; *267, 268, 405, 407, 408, 433, 466, 484, 501*
Vegetative Zelle(n) des männlichen Prothalliums (der heterosporen Pteridophyten) 241, 301, 345; *241, 304*
Veilchen 646
— siehe auch *Viola*
— Usambara-V. 797
Veilchenholz 678
Veilchenstein 158

Velaea 753
Velamen 911; *911*
Velani 547
Vellozia 874
Velloziaceae 874; 863
Velum partiale 235
— universale 235; *232*
Venetianischer Terpentin 451
Ventilago 741
Ventralschuppen 309; *310*
Venturia 214
Venus-Fliegenfalle 644
Veratrum 866; *864*
Verbascum 790; *788*
Verbena 803; 802; *803*
Verbenaceae 802; 775, 801, 805, 807; *803*
Verbesina 845
Verbreitungsgebiete nahe verwandter Arten 32; *32*, *56*
Vererbung erworbener Eigenschaften 54; *57*
Vererbungslehre, experimentelle 31
Vergißmeinnicht 784
Vergleich, anatomischer 21, 27
— organographischer 21, 27
Vergleichende Morphologie 19, 20, 21, 23
Vermehrung, siehe Fortpflanzung
Vermischungstheorie 42
Vernonia 843
Vernonieae 843
Veronica 790, 791; *788*; W.: 180
Verpa 206
Verrucaria 249; *250*
Verrucariaceae 249; *250*
Verschlußeinrichtungen der Mikropyle der Gymnospermen 410, 441
Verticillatae 541
Verticilliopsis 242
Verzweigung der Farnwedel 20; *21*
— der Staubgefäße 480
Vetiver-Wurzeln 901
Viburnum 826
Vicariierende Arten 56; *32*, *55*, *56*
Vicia 684; 680, 681; *512*, *679*; W.: 186, 225
Viciea 684
Victoria 623
Vielehige Pflanzen 398
Vielkernige Zelle 148, 161, 164, 174, 176
Viermächtige Staubgefäße 634
Vigna 684
Vikariierende Arten 56; *32*, *55*, *56*
Villaresia 739
Villarsia 812
Vinca 814; *812*
Viola 646; 49, 638, 645; *50*, *479*, *645*; W.: 220
Violaceae 644; 639; *645*
Virginischer Tabak 786
Virginische Sumpfzypresse 447
— Zeder 448
Virola-Fett 607
Viscaceae 567
Viscaria *575*
Viscin 568
Viscoideae 570
Viscum 570; 57, 480, 567; *539*, *566*, *568*, *569*
Vitaceae 741; *742*, *743*
Vitellaria 775
Vitex 803; *803*
Vitis 743; 513, 741, 742; *26*, *514*, *742*, *743*; W.: 186, 200, 205, 214, 242
Vitoideae 743
Vittae, Vittae jugales, Vittae valleculares (der Umbelliferenfrucht) 751; *752*
Vittaria 381; *363*
Vittarieae 381
Viviania 718
Voandzeia 681
Vochysia 728
Vochysiaceae 728; 722
Vogelbeerbaum 674
Vogelblütige Pflanzen 398
Vogelia 637; 635; *637*
Vogelkopf 687
Vogelleim 570
Vogelmiere 590
Vogerlsalat 828
Voitia 296
Voltzia 442
Volva 235; *229*, *232*
Volvocaceae 149; *150*
Volvocales 148; 147, 152, 175; *149*, *150*
Volvox 151; 148 *150*
Vorblätter 469
— adossierte 469, 518, 540, 850
— transversale 469, 538
Vorkeim der Characeen 172; *171*
— der Bryophyten (siehe auch Protonema) 262, 280; *263*, *283*, *284*, *298*, *303*, *305*, *308*
— der Pteridophyten (Prothallium) 264, 266, 318; *263*, *267*, *329*, *335*, *337*, *340*, *342*, *343*, *347*, *348*, *357*, *358*, *361*, *362*, *363*, *366*, *382*, *383*, *386*, *387*
Vorspelze 892, 895; *893*
Voyriella 810
Vries H. de 42, 52
Vriesea 880; 879; *878*

Wacholder 448
Wachs (v. *Ceroxylon*) 924
— Balanophora-W. (v. *Balanophora* und *Langsdorffia*) 572
— Carnauba-W. (v. *Copernicia*) 924
— Myrtel-W. (v. *Myrica*) 547
Wachsblume 818
Wachstumsvorgänge, homologe *31*
Wachtelweizen 791
Wärmestarre der Bakterien 84
Wahlenbergia 837
Waid 636
Walchia 442
Wald-Champignon 235
Waldmeister 826
Waldrebe 619
Waldsteinia 501
Wallacea *654*
Wallaceaceae 654
Wallonen 547
Walnußbaum 551
Wandbau der Bacillarieen 104; *103*
— der Conjugaten 111; *112*
— v. *Oedogonium* 159; *158*, *159*

Wand des Sporangiums (der Pteridophyten) 271, 322; *272*
— der Anthere 396, 482; *272*, *480*, *481*
Wandspaltige Kapsel 515
Wandzelle (Stielzelle) im Pollenkorn der Gymnospermen 268, 406, 422, 434; *267*, *268*, *405*, *407*, *420*, *422*, *434*
Wandzellkern (im Gymnospermen-Pollenkorn) 406; *268*, *405*, *420*
Wandzellen des Antheridiums 266, 267; *267*
Warming E. 8
Washingtonia 924
Wasser, Goldglanz desselben 67
Wasserbestäubung 398, 496
Wasserblatt (v. *Bidens Beckii*) *24*
— (v. *Cabomba*) 623; *622*
— (v. *Salvinia*) 386; *22*, *386*
Wasserblüte 79, 80
Wasserfarne 381
Wasserfenchel 753
Wasserlinse 933
Wassermelone 834
Wassernuß 699
Wasserpest 857
Wassersäcke (bei Lebermoosen) 311, 313; *312*
Wasserschierling 753
Wasserschlauch 794
Wassersprosse (v. Lemnaceen) 933
Wasserstern 599
Wau 638
Webera 299; 284; *284*, *294*
Weberaceae 299; *284*, *294*
Weberkarde 830
Wedel 367
Wedelia 845
Wegerich 808
Weibliche Blüten der Gymnospermen 404
— — der Angiospermen 533
— Organe der Cormophyten 268, siehe auch Archegonium, Eizelle, Samenanlage, Fruchtblatt, Fruchtknoten usw.
Weichsel 675
Weide 552
— siehe auch *Salix*
Weidenröschen 699
Weigelie 828
Weihrauch 725
Weihrauch-Kiefer 453
Wein 743
— wilder 744
Weingärung 198
Weinhefe 198
Weinmannia 665
Weinraute 724
Weinstock 743
— siehe auch *Vitis*
Weintrauben 743
Weisia 296; *292*
Weismann A. 42
Weißbuche 545
Weißdorn 674
Weiße Ipecacuanhawurzel 646
— Lilie 869
— Lotosblume 623
Weißer Kaneel 607
— Pfeffer 562
— Rost 185
— Senf 637
Weiße Rübe 636; W.: *179*
Weißer Zimt 607
Weißes Sandelholz 565
Weiße Trüffel 239
Weißfäule der Kartoffeln 211
— der Weintrauben 214
Weißtanne 450
Weizen 898, 900
— siehe auch *Triticum*
Weizen-Braunrost 225
Welschkohl 636
Welwitschia 467; 404, 409, 412, 456, 457, 523, 535, 874; *462*, *463*, *464*, *465*, *466*
Wendungszellen (bei Characeen) 172, 173; *171*
Wermut 846
Westindian Greenheart 741
Westindisches Arrow-root 907
— Eisenholz 741
— Rotholz 682
— Seidenholz 724
Wetterpflanze 684
Weymouth-Kiefer 455
White Cedar (*Chukrasia*) 726
— — (*Libocedrus*) 448
White Oak 547
White-rot der Weintrauben 214
White wood 605
Wickel 470
Wickstroemia 504
Widerthonmoos 300
Wielandiella 426
Wiesen-Champignon 235
Wiesen-Fuchsschwanz 901
Wiesen-Rispengras 898
Wightia 789
Wilder Wein 744
Willdenow C. L. 3
Williamsonia 426
Williamsonieae 426; *428*
Williamsoniella 426; *428*
Willoughbya 814
Wimmeria 737
Wimpern (als Bewegungsorgan) 117, 119, 127, 181, 183, 184, 319, 399, 434; *120*, *127*, *181* *182*, *183*, *185*, *186*, *433*
— siehe auch Cilien und Geißeln
Windbestäubung 398, 496
Windblütige Pflanzen 398
Windling 779
Windröschen 619
Winter G. 9
Winterana 607
Winteranaceae 607
Winter-Eiche 547
Wintergrün 766
Wintergrün-Öl 769
Winter-Linde 709
Winter-Raps 636
Winter-Rettich 636
Winter-Rübsen 636
Winter-Zwiebel 869
Wirsing 636
Wirtswechsel der Uredineen 222, 224
Wistaria 683; 679, 681
Witch hazel 601
Wittrock V. B. 49
Wohlverleih 846
Wolffia 933; *932*
Wolfsmilch 596
Wollbaum 709
Wollgras 891

Woodsia 380; *371*
Woodsieae 380; *373*
Woodwardia *371*
Woroninaceae 178
Wrangeliaceae 142
Wruke 636
Wunderblume 579
Wundklee 684
Wurmfarn 380
Wurzel 22, 259, 278, 320, 467; *22*
— primäre, der Pteridophyten 320; *319*
Wurzelanlage (am Embryo) der Pteridophyten 320; *319*
— (— —) der Anthophyten 400, 508
Wurzeldornen 919
Wurzelkletterer 655, 747, 911
Wurzelknöllchen (der Leguminosen) 84, 91, 679; *90*
— (der Myricaceen) 92, 547
— (der *Podocarpeae*) 445
— (v. *Alnus*) 92, 544
— (v. *Elaeagnus*) 92, 688
Wurzelträger (v. *Selaginella*) 336; *336*

x-Generation 38, 261
Xanthidium 113; *112*
Xanthium 845; 843; *840*
Xanthoceras 732; *473*, *731*
Xanthophyll 146
Xanthophyllaceae 728
Xanthophyllum 728
Xanthoria 256; *254*
Xanthorrhoea 868
Xanthoxylum 724
Xenogamie 497
Xylaria 214; *213*, *214*
Xylem (der Pteridophyten) 320
— (der Anthophyten) 403, 468
Xylocarpus 727
Xylographa 251
Xylopia 605, 606; *606*
Xyridaceae 885
Xyris 885

Yamswurzel 881
Yapon (*Villaresia*) 739
Yellow Poplar 605
Yerba de Maté 736
— de Salitre 643
Ylang-Ylang-Öl 606
Ysop 806
Yucca 869; 866; *864*, *867*

Zahlengesetz der Chromosomen 35
Zahngeschwüre 89
Zamia 423; 404, 416; *410*, *419*, *420*, *421*
Zamiaceae 423; *270*, *406*, *410*, *417*, *419*, *420*, *421*
Zamioculcas 930
Zamiostrobus 424
Zamites 424, 428
Zanardinia 122; 118
Zannichellia 861; *859*
Zantedeschia 930
Zapfen (der Coniferen) 411, 440
Zaunrübe 835
Zea 902; 893; *513*, *850*, *896*; W.: 219
Zebrina 885
Zeder (*Cedrus*) 451
— japanische (*Cryptomeria*) 447
— virginische (*Juniperus*) 448
— siehe auch Cedar
Zedernholz (v. *Cedrela*) 726
— (v. *Juniperus virg.*) 448
— von Singapore (v. *Toona*) 726
Zedoaria 906
Zeitlose 866
Zelkova 559
Zellen, generative (des Pollenkorns) 268, 399, 406, 407; *267*, *268*, *405*
— polyenergide 161
Zelle(n), sterile generative (des Pollenkorns) 406 (Fußnote)
— vegetative (des Pollenkorns) 268, 399, 406; *267*, *268*, *405*
Zellen, vielkernige 148, 161, 164, 174, 176
Zellkerne bei Phasenwechsel *36*, *37*
Zellfamilie, siehe Cönobium
Zellteilung von *Oedogonium* 159; *159*
Zelluläre Endospermbildung 505; *507*
Zellulose, Lösung derselben 91
Zellulosebalken (bei *Caulerpa*) 164; *164*
Zellwand, siehe Wandbau
Zentrale Plazentation 485; *486*
— — Erklärung derselben 533
Zentralfaden (bei Florideen) 133; *132*, *133*
Zentralfadentypus 132; *132*
Zentralfadenzellen 133; *132*, *133*
Zentralgewebe (der Phaeophyten) 116; *116*
Zentralhöhle (bei *Equisetum*) 349
Zentralkern(e) (im Embryosack) 397, 490
Zentralknoten (der Diatomeenschale) 104; *101*, *105*
Zentralkörper (der Schizophyceen) 76; *76*
— (v. *Beggiatoa*) 82
Zentralstrang (der Laubmoose) 287; *286*
Zentralzelle (bei Florideen) 137
Zentralzylinder (der Pteridophyten) 320; *332*
Zentrifugale Infloreszenzen 469
Zentripetale Infloreszenzen 469
Zephyranthes 874
Zerfallfrüchte 514
Zerr-Eiche 547
Zeyheria *799*
Zibeben 743
Zichorie 848
Ziegenbart 231
Ziegenhainer-Stöcke 746
Ziegenlippe 233
Zierkürbisse 834
Ziest 806
Zilla 637; 635; *637*
Zimmerlinde 710
Zimt, chinesischer (v. *Cinnamomum*) 615
— magelhanischer (v. *Drimys*) 605

Zimt, weißer (v. *Canella*) 607
— zeylanischer (v. *Cinnamomum*) 615
Zimtblüten-Öl 615
Zimtrinde 615
Zingiber 906
Zingiberaceae 904; 907; *905, 906*
Zinnia 845; 843
Zinnkraut 350
Zirbel-Kiefer 453
Zirbelnüsse 455
Zitrone 724
Zitronenholz 826
Zittergras 898
Zitter-Pappel 551
Zittwer (*Artemisia Cina*) 846
— (*Curcuma Zedoaria*) 906
Zizania 898
Ziziphus 741; *740*
Zodiomyces 216
Zodiomycetaceae 216
Zöloblast 148
Zöno-, siehe Cöno-
Zoidiogamia 279
Zoisieae 902
Zoogame Pflanzen 398
Zoogloea 81
Zoopsis 310
Zoosporangiensorus *178*
Zoosporangium (bei Phaeophyten) 121, 122, 126; *120, 124*
— (bei Chlorophyceen) 146; *153, 155, 156, 157, 158, 163, 168*
— (bei Pilzen) 178, 181, 187; *177, 178, 182, 183, 184, 185, 186*
Zoosporen (bei Phaeophyten) 117, 119; *120*
— (bei Chlorophyceen) 146, 147, 148; *151, 153, 155, 156, 157, 158, 161, 162, 163, 168*
— (bei Pilzen) 175, 177, 178, 181, 187; *177, 178, 182, 183, 184, 185, 186*
— siehe auch Schwärmer und Schwärmsporen
Zoosporineae 151
Zooxanthella 68
Zostera 861; *860*
Zuchtwahl 41
— künstliche 41
Zuchtwahl, natürliche 41
Zucker (aus Ahorn) 733
— (aus *Arenga*) 924
— (aus Zuckerrohr) 901
— (aus Zuckerrüben) 577
Zucker-Ahorn 733
Zucker-Kiefer 455
Zuckerrohr 901; 893
— siehe auch *Saccharum*
Zuckerrübe 577
— siehe auch *Beta*
Zuckerwurz 753
Zürgelbaum 559
Zunder 233
Zunderschwamm 233
Zungenblüten (bei Compositen) 842; *840*
Zungenpilz 233
Zusammengesetzte Infloreszenzen 469
Zwartbast-Holz 772
Zweckmäßigkeit, organische 58, 59
Zweigeschlechtige Blüten 398
— — siehe auch Zwitterblüte
Zweihäusige Pflanzen 398
Zweikeimblättrige 538, 540
2 x-Generation 38, 261
Zweizeilige Gerste 900
Zwergmännchen (männliche Zwergpflanzen) (bei Chlorophyceen) *158*
— siehe auch Zwergpflanzen
Zwergpalme 924
Zwergpflanzen, männliche (bei Laubmoosen) 287, 293, 295, 299; *300*
— — siehe auch Zwergmännchen
Zwergrost 225
Zwergweizen 900
Zwetschke 675
Zwetschkenbaum, siehe auch *Prunus*
Zwiebel (als Pflanzenorgan) 468
— (*Allium*) 869
— — siehe auch *Allium*
Zwiebelknolle *875*
Zwiebelsprosse (bei Gesneriaceen) 797; *795*
Zwischenband (in der Diatomeenschale) 103
Zwischenwirt 224
Zwitterblüte (zwitterige Blüte) 398
— (— —) Ableitung derselben 528, 533, 535; *529, 536*
Zyanophyzin 78
Zygnema 114; *114*
Zygnemataceae 114; *114*; W.: 179; *177*
Zygodon 296
Zygomorphe Blüten 474
Zygomycetes 186; 174, 182; *188, 190*
Zygopetalum 916
Zygophyllaceae 720; 721; *720*
Zygophyllum 721; *720*
Zygophyta 96; 19, 60, 62, 64
Zygopteris 355
Zygospore, siehe Zygote
Zygote (bei Zygophyten) 100, 111, 113, 114; *108, 112, 114*
— (bei Chlorophyceen) 146, 147, 149, 152, 155; *149, 155, 156, 157, 162*
— (bei Pilzen) 177, 189, 191; *188, 190*
— siehe auch unter Kopulation
Zygotenbildung (beim Phasenwechsel i. allg.) 37
Zygotenkeimlinge (v. Bacillarieen) *108*
Zygotenkeimung (bei Desmidiaceen) 111, 113, 114; *112*
Zygozoospore 146; *155*
Zyklische Blüten 472, 473
Zymöse Infloreszenzen 469, 470
Zymogene Schizomyceten 83
Zypresse 447
Zyste (bei Flagellaten) 65
Zysten (bei Myxomyceten) 71
— (bei Myxobakterien) 82, 95; *94*
— (bei Peridinieen) 99, 100; *98, 99*
Zystokarp 137; *133, 135*
Zystophor 95; *94*
Zytologie 33

Berichtigungen.

Seite 7, Zeile 15 von oben: statt Leszcyc-Suminski setze Leszczyc-Sumiński.
„ 29, Zeile 2 der Figurenerklärung: statt *Callitris* setze *Tetraclinis*.
„ 62, Zeile 3 von unten: statt *Siphonogama* setze *Siphonogamae*.
„ 130, Überschrift: statt *Rodophyta* setze *Rhodophyta*.
„ 217, Zeile 15 von unten: statt Fig. 7—12 setze Fig. 1—6.
„ 217, Zeile 11 von unten: statt Fig. 1—6 setze Fig. 7—12.
„ 280, Zeile 20 von unten: statt Antheridienstände lies Antheridienstände bezw. Antheridienträger.
„ 288, Zeile 19 von unten: statt Archegonienstände lies Archegonienstände bezw. Archegonienträger.
„ 322, Zeile 31 von oben: statt Abb. 161 setze Abb. 179.
„ 355, Zeile 19 von oben: statt makrophyllen setze megaphyllen.
„ 372, Zeile 7 von unten: statt *Hymenophyllitis* setze *Hymenophyllites*.
„ 374, Zeile 2 der Figurenerklärung bei *Cibotium:* statt *(Cyatheaceae)* setze *(Dicksoniaceae)*.
„ 392, in der vorletzten Zeile der Figurenerklärung ersetze die Erläuterung der einzelnen Teile von Fig. 7 u. 8 durch folgendes: *pr* Prothallium, *pe* Pollenkammer, *a* bezw. *sc* fleischiger, *i* bezw. *si* harter Teil der Hüllen.
„ 393, Zeile 7 von oben: statt *Trigonocarpon* setze *Trigonocarpus*.
„ 397, Zeile 20 von unten: statt Abb. 273 setze Abb. 186, S. 273.
„ 443, Zeile 10 der Figurenerklärung: statt samentragende Infloreszenz setze samentragender Infloreszenzast.
„ 459, Zeile 1 der Figurenerklärung: statt *Abies balsamae* setze *Abies balsamea*.
„ 567, Zeile 2 von oben: statt *Grubiaceae* setze *Grubbiaceae*.
„ 615, Zeile 10 von unten: statt *Disciphonia* setze *Disciphania*.
„ 636, Zeile 6 von oben: statt *Dentaria bulbifera* setze *Cardamine bulbifera*.
„ 637, Zeile 1 der Figurenerklärung: statt *Dentaria* setze *Cardamine*.
„ 731, Zeile 5 der Figurenerklärung: statt *Cupana* setze *Cupania*.
„ 763, Zeile 6 von unten: zwischen die Jahreszahl 1902 und die Worte Primula Conference setze einen Gedankenstrich.
„ 823, Zeile 4 von oben: statt Kagsel setze Kapsel.
„ 837, Zeile 27 von oben: statt *L.* setze *Lobelia*.
„ 843, Zeile 4 von unten: statt Teavitt setze Leavitt.
„ 843, Zeile 3 von unten: statt *Lhondrilla* setze *Chondrilla*.
„ 843, Zeile 2 von unten: statt Cokyo setze Tokyo.
„ 851, Zeile 7 von unten: statt *Cabombeae* setze *Cabomboideae*.

Bot.
W.

197743

Author Wettstein, Richard

Title Handbuch der systematischen Botanik.

University of Toronto
Library

DO NOT
REMOVE
THE
CARD
FROM
THIS
POCKET

Acme Library Card Pocket
Under Pat. "Ref. Index File"
Made by LIBRARY BUREAU